

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño estructural de una UPC en Tenguel: Edificio de 2 niveles para personal
policial.

INGE-2668

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Michael Daniel Criollo Villalta

Darío Alejandro Sigüencia Méndez

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a mis padres y familiares que estuvieron presentes y pendientes en esta etapa académica. A los excelentes profesores, apasionados por la carrera, tutores de prácticas profesionales y amigos, quienes mantuvieron firme mi gusto por la construcción, brindando su apoyo incondicional.

Este proyecto es un homenaje a mi determinación y constancia, por nunca bajar los brazos y seguir adelante a pesar de las dificultades en el camino, demostrando resiliencia, compromiso, esfuerzo y lo capaz que puedo llegar a ser, incluso en situaciones adversas.

Darío Sigüencia

Dedicatoria

Este proyecto integrador representa el esfuerzo dedicado en cada paso de mis estudios, es un enorme orgullo dedicarme a mí este proyecto como muestra de perseverancia y conocimiento, así mismo a mis padres cuyos ideales implantados en mí me ayudaron y dieron aliento en mis momentos más difíciles.

De la misma manera, dedico este proyecto a mi pareja, la Arq. Nadia Herrera, que, con mucho sentimiento y cariño, me ha concedido el honor de tenerla conmigo estos últimos semestres, apoyándome de una manera sentimental única, siempre estará presente en cada logro a partir de este momento. A todos y cada uno de mis compañeros también agradezco enormemente.

Michael Criollo

Agradecimientos

Agradezco a mi novia la Arq. Nadia Herrera por el apoyo constante en mi desempeño para culminar este proyecto, con mucha paciencia y amor. A mis padres, por nunca dejarme caer y apoyarme siempre con cada etapa de mi vida. A mis compañeros de carrera, que junto a su apoyo he logrado pasar mi vida universitaria de la mejor manera.

Michael Criollo

Mi más sincero agradecimiento a Mell Barzola, quien sostuvo mi mano con amor y fue un pilar emocional importante durante este tiempo. De la misma manera, a la empresa Interagua-Veolia y la gerencia del departamento de Compras, por la oportunidad laboral y flexibilidad en el desarrollo de este proyecto integrador.

Darío Sigüencia

Declaración Expresa

Nosotros Criollo Villalta Michael Daniel y Sigüencia Méndez Darío Alejandro 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, 09 de octubre del 2024.



Criollo Villalta Michael
Daniel



Sigüencia Méndez Darío
Alejandro

Evaluadores

Msc. Lenín Dender Aguilar

Profesor de Materia

Msc. David Valverde Burneo

Tutor de proyecto

Resumen

El objetivo del proyecto integrador es diseñar estructuralmente un bloque residencial de 2 niveles que brinde alojamiento, comodidad y seguridad a los cadetes de la Policía Nacional en la provincia del Guayas, parroquia Tenguel. Esto se debe a la escasez de infraestructura adecuada en varios sectores rurales frente al incremento desmedido de la delincuencia, afectando negativamente el desarrollo profesional de los agentes, además de poner en riesgo su integridad física. En este proyecto se realizó estudios geotécnicos, diseño y análisis de sistemas estructurales de hormigón armado, su presupuesto respectivo, cumpliendo con los estándares de calidad por normativa y garantizando una edificación segura. Según los resultados determinados, el edificio fue diseñado de manera que sea sismorresistente y ergonómico, mejorando así la funcionalidad de los policías, su condición de vida y una rápida respuesta ante situaciones emergentes. En conclusión, el diseño y construcción de este bloque residencial es fundamental para la lucha contra la delincuencia y crimen organizado en la zona 8 del país, a la vez que resguarda a los cadetes, cumpliendo tanto con los ODS como con los objetivos de la Policía Nacional del Ecuador.

Palabras Clave: Bloque residencial, Policía Nacional, edificio sismorresistente, ODS.

Abstract

The objective of this integrative project is to structurally design a two-story residential block that provides lodging, comfort, and safety to the cadets of the National Police in Guayas, Tenguel parish. This initiative arises from the lack of adequate infrastructure in various rural areas, compounded by the uncontrolled rise in crime, which negatively impacts the professional development of officers and jeopardizes their physical integrity. The project involved geotechnical studies, the design and analysis of reinforced concrete structural systems, and the respective budget, all while adhering to quality standards set by regulations to ensure safe building. Based on the determined results, the building was designed to be earthquake-resistant and ergonomic, thereby enhancing police functionality, living conditions, and the ability to respond rapidly to emergency situations. In conclusion, the design and construction of this residential block is essential in combating crime and organized crime in Zone 8 of the country, while also safeguarding the cadets and aligning with both the SDGs and the objectives of the National Police of Ecuador.

Keywords: Residential blocks, National Police, earthquake-resistant building, SDG.

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Abreviaturas	VI
Simbología	VII
Índice de Figuras	VIII
Índice de Tablas	XII
ÍNDICE DE PLANOS	XIII
Capítulo 1	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Descripción del Problema	3
1.3. Justificación del Problema	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
Capítulo 2	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS	8
2.1. Revisión de literatura	8
2.2. Área de estudio	10
2.3. Trabajo de campo y laboratorio	13
2.4. Análisis de datos	13
2.5. Análisis de alternativas	20
Capítulo 3	28
3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	29
3.1. Periodo Fundamental de la Estructura	29
3.1.1. Espectro Elástico	30

3.1.2.	Factor Z	31
3.1.3.	Factores de Suelo	32
3.1.4.	Factor η	34
3.1.5.	Factor r	34
3.1.6.	Periodos de Vibración	34
3.1.7.	Espectro de Aceleración	35
3.2.	Cargas	39
i.	Carga Viva.....	40
ii.	Carga Muerta.....	40
3.3.	Pre-Diseño	42
3.3.1.	Vigas.....	42
3.3.2.	Columnas.....	44
3.3.3.	Losa Steel Deck	46
3.4.	Comprobaciones de diseño	47
3.4.1.	Diseño a Flexión	47
3.4.2.	Diseño a Cortante	56
3.4.3.	Diseño a Torsión	64
3.4.4.	Comprobación Columna fuerte – Viga débil	68
3.5.	Diseño de Cimentación.....	69
3.6.	Especificaciones Técnicas.....	75
Capítulo 4.	93
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	94
4.1.	Descripción del proyecto	94
4.2.	Línea base ambiental.....	94
4.3.	Actividades del proyecto	95
4.4.	Identificación de impactos ambientales.....	96
4.4.1.	Hormigón.....	97

4.4.2. Cemento.....	97
4.4.3. Acero de Refuerzo	99
4.4.4. Matriz Causa-Efecto.....	101
4.5. Valoración de impactos ambientales.....	104
4.6. Medidas de prevención/mitigación.....	105
Capítulo 5.....	107
5. PRESUPUESTO.....	108
Estructura Desglosada de Trabajo.....	108
Rubros y análisis de precios unitarios.....	111
Descripción de cantidades de obra	113
Valoración integral del costo del proyecto	113
Cronograma de obra	115
Capítulo 6.....	117
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118
6.1. Conclusiones.....	118
6.2. Recomendaciones.....	121
Referencias.....	123
PLANOS Y ANEXOS.....	125

Abreviaturas

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible

ASTM American Society for Testing and Materials

NEC Normativa Ecuatoriana de la Construcción

CV Carga Viva

CM Carga Muerta

ACI American Concrete Institute

EDGE Excellence in Design for Greater Efficiencies

LEED Leadership in Energy and Environmental Design

Simbología

m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
cm^2	Centímetro cuadrado
L	Litro
Kg	Kilogramo
N	Newton
kN	Kilo Newton
°C	Grados Celsius

Índice de Figuras

Figura 2.1	Área de estudio, UPC circuito Tenguel.	12
Figura 2.2	Estratigrafía presente en zona de proyecto.	16
Figura 2.3	Curva granulométrica de la muestra C.....	19
Figura 2.4	Curva granulométrica de la muestra P1-D.	19
Figura 2.5	Humedad vs Numero de golpes.	21
Figura 2.6	Tabla comparativa de las alternativas propuestas.	28
Figura 2.7	Gráfica comparativa de las alternativas propuestas.....	29
Figura 3.1	Variables para el Periodo Fundamental de la Estructura (NEC-SE-DS 2015).	31
Figura 3.2	Espectro de respuesta Elástico de la Estructura (NEC-SE-DS 2015).	32
Figura 3.3	Zonas sísmicas en el Ecuador según su región (NEC-SE-DS 2015).	33
Figura 3.4	Valor de coeficiente Z según la zona de estudio (NEC-SE-DS 2015).....	34
Figura 3.5	Factor de sitio y tipo de suelo Fa (NEC-SE-DS 2015)....	35
Figura 3.6	Factor de sitio y tipo de suelo Fd (NEC-SE-DS 2015).	36
Figura 3.7	Factor de sitio y tipo de suelo Fs (NEC-SE-DS 2015).	36
Figura 3.8	Factor n según la región (NEC-SE-DS 2015).	37
Figura 3.9	Factor r según el tipo de suelo (NEC-SE-DS 2015).	38
Figura 3.10	Factor r según el tipo de suelo (NEC-SE-DS 2015).....	39
Figura 3.11	Coeficiente ϕ_p según la irregularidad en planta (NEC-SE-DS 2015).	40
Figura 3.12	Coeficiente ϕ_e según la irregularidad en planta (NEC-SE-DS 2015).	41
Figura 3.13	Espectro de respuesta elástico e inelástico.	42
Figura 3.14	Pre dimensionamiento de viga según ACI	46
Figura 3.15	Pre-dimensionamiento de viga para piso 1.	46
Figura 3.16	Pre-dimensionamiento de viga para piso 2.	47
Figura 3.17	Pre-dimensionamiento de columnas.	48

Figura 3.18 Acero propuesto para el diseño.	48
Figura 3.19 Consideraciones de diseño para losa steel deck.	49
Figura 3.20 Propuesta de diseño para una losa steel deck.	50
Figura 3.21 Cargas impuestas que soporta la losa en función espesor de losa y distanciamiento entre apoyos.	50
Figura 3.22 Diagramas de momento para cada viga de terraza.	51
Figura 3.23 Diagramas de momento para cada viga de piso 1.	52
Figura 3.24 Tabla de cálculo de acero requerido superior para cada viga de terraza.	53
Figura 3.25 Tabla de cálculo de acero requerido inferior para cada viga de terraza.	54
Figura 3.26 Tabla de cálculo de acero requerido superior para cada viga de piso 1.	55
Figura 3.27 Tabla de cálculo de acero requerido inferior para cada viga de piso 1.	56
Figura 3.28 Diagramas de momento flectores para cada columna de ambas plantas.	57
Figura 3.29 Tabla de cálculo de acero requerido para cada columna de planta baja.	58
Figura 3.30 Tabla de cálculo de acero requerido para cada columna de planta alta.	59
Figura 3.31 Diagramas de cortante para cada viga de terraza.	60
Figura 3.32 Diagramas de cortante para cada viga de piso 1.	61
Figura 3.33 Tabla de cálculo de acero requerido transversal para vigas de terraza.	63
Figura 3.34 Tabla de cálculo de acero requerido transversal para vigas de piso 1.	64
Figura 3.35 Diseño final del armado estructural para cada viga de terraza.	65
Figura 3.36 Diseño final del armado estructural para cada viga de piso 1.	65
Figura 3.37 Diagramas de esfuerzos cortantes para cada columna de ambas plantas.	66
Figura 3.38 Tabla de cálculo de acero requerido transversal para las columnas de planta baja.	66

Figura 3.39 <i>Tabla de cálculo de acero requerido transversal para las columnas de planta alta</i>	67
Figura 3.40 <i>Diseño final del armado estructural para cada columna de planta alta y planta baja</i>	67
Figura 3.41 <i>Diagramas de torsión para cada viga de terraza</i>	68
Figura 3.42 <i>Diagramas de torsión para cada viga de piso 1.</i>	68
Figura 3.43 <i>Tabla de cálculo de diseño a torsión para las vigas de terraza.</i>	69
Figura 3.44 <i>Tabla de cálculo de diseño a torsión para las vigas de piso 1.</i>	70
Figura 3.45 <i>Tabla de cálculo de comprobación columna fuerte-viga débil</i>	71
Figura 3.46 <i>Consideraciones de diseño para cimentación.</i>	72
Figura 3.47 <i>Cargas de diseño para cimentación.</i>	72
Figura 3.48 <i>Combinaciones de cargas de servicio y diseño para cimentación.</i>	73
Figura 3.49 <i>Prediseño para cimentación</i>	73
Figura 3.50 <i>Comprobación de esfuerzos del suelo según el prediseño</i>	73
Figura 3.51 <i>Comprobación de corte unidireccional según el prediseño.</i>	74
Figura 3.52 <i>Comprobación de corte bidireccional y revisión por aplastamiento según el prediseño.</i>	74
Figura 3.53 <i>Diseño a flexión de las zapatas.</i>	75
Figura 3.54 <i>Diseño del armado estructural de las zapatas para columnas esquineras.</i>	75
Figura 3.55 <i>Diseño del armado estructural de las zapatas para columnas perimetrales.</i>	76
Figura 3.56 <i>Diseño del armado estructural de las zapatas para columnas centrales</i>	76
Figura 3.57 <i>Diseño final del armado estructural para la cimentación.</i>	77
Figura 4.1 <i>Tabla de valoración de impacto ambiental negativo (Leopold, 1970).</i>	106
Figura 4.2 <i>Tabla de valoración de impacto ambiental positivo (Leopold, 1970).</i>	106

Figura 5.1 <i>Estructura desglosada de proyecto integrador</i>	110
Figura 5.2 <i>Detalle de las necesidades del cliente</i>	111
Figura 5.3 <i>Detalle de los estudios realizados</i>	111
Figura 5.4 <i>Detalle de los diseños presentados</i>	112
Figura 5.5 <i>Detalle de los documentos entregables</i>	112

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Determinación del porcentaje de humedad</i>	16
Tabla 2 <i>Retención de partículas sobre el tamiz No. 200</i>	17
Tabla 3 <i>Ensayo Granulométrico</i>	18
Tabla 4 <i>Aberturas de tamices según normativa ASTM</i>	18
Tabla 5 <i>Tamaño de partículas obtenidas de los gráficos</i>	20
Tabla 6 <i>Coefficientes Cu y Cc</i>	20
Tabla 7 <i>Determinación del Límite Líquido</i>	21
Tabla 8 <i>Determinación del Límite Plástico</i>	22
Tabla 9 <i>Determinación del Índice Plástico</i>	22
Tabla 10 <i>Análisis de las estructuras de hormigón armado</i>	23
Tabla 11 <i>Análisis de las estructuras metálicas</i>	25
Tabla 12 <i>Análisis de las estructuras mixtas</i>	27
Tabla 13 <i>Combinaciones de carga según la NEC para ambas plantas</i>	43
Tabla 14 <i>Parámetros principales para las estructuras de hormigón armado</i>	44
Tabla 15 <i>Altura mínima en vigas no presforzadas según ACI 318-19, tabla 9.3.1.1</i>	45
Tabla 16 <i>Área colaborante de cada columna</i>	47
Tabla 17 <i>Fases y actividades a realizar en el proyecto de obra civil</i>	98
Tabla 18 <i>Tabla de calificaciones según la magnitud y la importancia en el impacto ambiental (Leopold, 1970)</i>	103
Tabla 19 <i>Tabla de calificaciones según la magnitud y la importancia en el impacto ambiental (Leopold, 1970)</i>	104
Tabla 20 <i>Rubros correspondientes al proceso constructivo del proyecto integrador</i>	114
Tabla 21 <i>Presupuesto final correspondiente al proceso constructivo del proyecto integrador.</i>	116

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Plano estructural de losa Steel deck.
- PLANO 2 Plano estructural de la cimentación.
- PLANO 3 Plano estructural de las vigas en planta alta.
- PLANO 4 Plano estructural de las vigas en planta baja.
- PLANO 5 Plano estructural de las columnas.

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La seguridad es base fundamental para el desarrollo de una sociedad próspera; no solo refiere a la desaparición de amenazas y peligros criminales o físicos, sino que también abarca la construcción de entornos sociales en armonía, ejerciendo sus derechos. Sin embargo, en situaciones donde prevalecen la corrupción, el narcotráfico o malas prácticas del Estado, como ocurre en algunos países de América Latina, la seguridad se ve gravemente comprometida. Ecuador pasó de ser uno de los países más seguros de Latinoamérica en el periodo entre 2015 a 2019, a ser el país más peligroso del continente en tan solo 4 años, disparando la tasa de homicidios de 6.7 por 100,000 habitantes (2019) a una crítica cifra de 45 por cada 100 mil habitantes en el 2023, con un aproximado de 7,500 homicidios al año (Guevara, 2023).

Guayas es una de las provincias principales y más dinámicas del Ecuador, sin embargo, también se ha convertido en el núcleo de los diferentes actos delictivos como crimen organizado, narcotráfico y la expansión de pandillas por diferentes zonas de dicha región, afectando directamente su desarrollo social y económico (IUCPOL, 2024). Frente a esto, la Policía Nacional del Ecuador es la que se encuentra directamente inmersa en el combate de estas problemáticas sociales; ellos son la entidad encargada de mantener el orden, reducir la ola de criminalidad y resguardar la vida y salud de los ciudadanos. A pesar de ser la fuerza de seguridad principal del país, la eficiencia de sus servicios se ve comprometida por la carencia de equipos y recursos necesarios para salvaguardar la integridad física de los agentes del orden y ofrecer una cómoda estancia durante sus turnos de patrullaje.

Con todo esto, la falta de control y el resguardo de la seguridad en varias zonas rurales alejadas de las cabeceras cantonales es mucho más crítica debido a la escasez de infraestructura apropiada o de la falta de mantenimiento que presentan las pocas instalaciones existentes, siendo la parroquia Tenguel, al igual que otras similares, una de las más afectadas por este tópico social.

Esto no solo repercute en la eficiencia operativa de los policías nacionales, sino también en la apariencia, desarrollo de estas comunidades y en la calidad de vida, tanto de los oficiales como de los habitantes (Ministerio de Gobierno, 2023).

La Unidad de Policía Comunitaria (UPC) del circuito Tenguel es el único centro operativo de la Policía Nacional en esta parroquia, cuenta con varios agentes policiales que ofrecen orden y resguardo a la comunidad mediante patrullaje motorizado y vehicular; además, cuenta con una sala administrativa que atiende y registra los casos, y un área deportiva que sirve como recreación para los oficiales. Esta UPC es fundamental para llevar a cabo operaciones contra el crimen organizado, evitando así el objetivo de los grupos delictivos al querer adueñarse del sector comunal y su expansión por el territorio.

1.2.Descripción del Problema

La escasez de estructuras adecuadas que cumpla los criterios y requerimientos demandados por la Policía Nacional del Ecuador (PNE) de la zona 8, en Tenguel, parroquia de Guayaquil, limita en gran cantidad la capacidad operativa del personal policial y sus trabajadores. Mismo que entorpece el óptimo funcionamiento y las condiciones de trabajo de la policía nacional, lo cual, al asociarse con la actual situación criminal del país, perjudica enormemente la seguridad de la zona 8 y su crecimiento económico.

La selección y calidad de los materiales utilizados para las estructuras pertenecientes a la PNE es otro criterio que se ha dejado de lado en su etapa constructiva a lo largo del tiempo en esta entidad, generando así una protección precaria para la salud y bienestar de los cadetes y agentes policiales que se encuentran dentro de estas edificaciones. Esto ha llevado a una mala operatividad de estos, al no cumplir con estándares mínimos de confort en sus propios lugares de trabajo, y a vivir a expensas de lo que una baja calidad de estructura le puede brindar, afectando negativamente el desarrollo profesional de los cadetes al no tener suficientes agentes en la zona.

Para la PNE, el resguardo y cuidado de los bienes adquiridos es primordial para el desarrollo del personal administrativo y operativo. De esta manera se define que es obligación de la máxima autoridad de cada entidad u organismo, el orientar y dirigir la correcta conservación y cuidado de los bienes públicos que han sido adquiridos o asignados para uso y que se hallen en poder de la entidad. (Reglamento General de Bienes del Sector Publico, 2006)

Hoy en día, las nuevas actividades delictivas como: extorsión, robos, terrorismo y asesinato se desarrollan a medida que la seguridad ha disminuido. Debido a esto, no se desarrollan los negocios ni emprendimientos como consecuencia de las “vacunas”. La necesidad de unas nuevas estructuras resistentes es primordial para el desarrollo de los profesionales de la PNE, que así mismo, aporta al cuidado de los sectores cuyo desarrollo depende de la protección y seguridad, brindando una sensación de alivio a los habitantes que han sufrido constantes afectaciones como: robos, agravios, asesinatos, etc., debido a la falta de este derecho.

A su vez, la gran demanda de jóvenes buscados para formar parte grupos delictivos ha aumentado, esto también incurre en el desarrollo de los cadetes para su preparación profesional como agentes de la policía nacional, dando como consecuencia una incesante lucha contra la delincuencia y crimen organizado en el país, específicamente en Tenguel. En Ecuador, especialmente en Guayaquil, las pandillas son consideradas como el principal referente de organización juvenil, las cuales en su mayoría están relacionas con actividades delictivas, manejo de armas, consumo y distribución de drogas y cuyo radio de acción son los centros educativos y los barrios marginales. (Loor, 2013)

1.3.Justificación del Problema

Construir un bloque residencial de la Policía Nacional en el UPC circuito Tenguel no es solamente un requerimiento de parte de la entidad de seguridad, es una necesidad que presentan los oficiales para poder cumplir sus labores diarias. El constante crecimiento de la comunidad, así como también el aumento del índice de criminalidad, demanda un aumento de control, lo que significa, más agentes policiales que sean capaces de llegar a todos los sectores de la parroquia. Al no contar con instalaciones suficientes y de calidad, los policías deben trasladarse a otra zona o en su defecto, buscar hospedaje particular, lo que pone en peligro su integridad física al exponerse durante esta movilización recurrente.

La UPC circuito Tenguel cuenta con 2 habitaciones para varios policías que residen en esta infraestructura, lo que hace que sea poco ergonómico y también limite el hecho de poder recibir a más cadetes para trabajar en servicio a la comunidad. La construcción del bloque residencial hará que se aperturen más plazas, la estancia sea cómoda, puedan reorganizar los espacios existentes con los nuevos, además de que cumpliría con uno de los principales objetivos, siendo este el dinamizar el trabajo policial y llegar a contrarrestar de manera eficaz y efectiva la crisis delincencial. (Ministerio de Gobierno, 2014).

En caso de no analizarse este problema y no tomar las medidas convenientes, podría repercutir gravemente sobre la comunidad, puesto que las organizaciones delictivas no darán tregua, y seguirán tomando fuerza hasta que los agentes de la Policía Nacional en este circuito no puedan hacerle frente. A la par que, los oficiales que residen en este UPC presentarán molestias morales, ergonómicas y de rendimiento en sus operaciones por la falta de instalaciones adecuadas. Esto solo traerá consigo impactos negativos en el desarrollo económico y social de esta y varias parroquias rurales, que concluirán en migraciones o afectaciones en la salud mental de los ecuatorianos.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar estructuralmente la superestructura, cimentación y el presupuesto del edificio de 2 niveles, utilizando criterios de diseño estructural y normativas vigentes, supliendo así las necesidades del comando de la Zona 8 de la Policía Nacional.

1.4.2. Objetivos específicos

2. Clasificar el suelo mediante ensayos de laboratorio para la selección del proceso recomendable de acuerdo con su capacidad de carga admisible.
3. Diseñar los elementos estructurales incluyendo la cimentación de una residencia de 2 pisos bajo las metodologías y normativas de diseño estructural y con criterios de construcción sostenible para uso de la PNE, de conformidad con el ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles.
4. Seleccionar los materiales de construcción tomando en cuenta aspectos principales de calidad y nuevas tecnologías para la optimización de recursos, tiempo y costos, de acuerdo con el ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura.
5. Realizar el presupuesto de la estructura mediante el análisis de precios unitarios de diferentes proveedores, reduciendo costos sin la afectación de la calidad de la obra.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.Revisión de literatura

Es de conocimiento general que, las instalaciones destinadas para las fuerzas policiales son de vital importancia para la mejora continua de estos profesionales dado el incremento de inseguridad en las zonas más vulnerables, por lo que las estructuras existentes requieren un mantenimiento adecuado, mientras que las nuevas, un diseño acorde a las necesidades de seguridad para su eficiente funcionamiento y vida útil.

El aumento de la delincuencia en el país se debe a la mala operatividad y funcionalidad que brindan las instalaciones de la PNE, esto, no solamente afecta al personal policial, sino también a sus familiares o las personas cercanas. Las agentes policiales son conscientes del peligro que conlleva formar parte de esta entidad, de igual manera para sus allegados, por lo que acceden a los proyectos de viviendas fiscales. El principal objetivo del Proyecto Vivienda Fiscal es dignificar al servidor policial, mejorar las condiciones y calidad de vida de los policías y de sus familias, durante el tiempo de servicio que permanecen fuera de sus lugares de residencia habitual. (Ministerio del Gobierno, 2019).

Otro aspecto a considerar son las nuevas tendencias innovadoras que se dan en estos sectores policiales, ya que, al existir un incremento en la delincuencia, es necesario mejorar varios ámbitos; el progreso tecnológico y la amplitud en lo que a amenazas se refiere, son elementos catalizadores de la necesaria actualización de las políticas de seguridad pública y la reformulación de mecanismos de combate al delito (Hauck, 2009). Existen diferentes tipos innovaciones para casos distintos en América Latina, como lo es el caso de Chile, que utilizan una aplicación de teléfono que permite generar canales públicos de comunicación simultánea, lo que facilita la comunicación con cualquier usuario sin importar el lugar donde se encuentre, este es un sistema que se ha implementado a lo largo del tiempo en diferentes países, los cuales

resultan en una mejora continua de los agentes policiales y así mismo el aumento de la seguridad.

2.1.1. Sostenibilidad en la Construcción

Aplicar principios y estrategias de construcción sostenible en obras civiles, como en este caso un edificio residencial, es un aspecto fundamental para mitigar el impacto ambiental. Una de las estrategias clave es adoptar los conceptos de la economía circular, esto se logra reutilizando materiales, reduciendo los residuos y optimizando el uso de los recursos. Con esto, se da pie al uso de agregados reciclados dentro del hormigón, el incentivo al uso de energías renovables funcionales para instalaciones domésticas y buscar constantemente materiales amigables con el medio ambiente.

Sin embargo, hay varios aspectos adicionales a considerar dentro del desarrollo sostenible en la construcción, un claro ejemplo de estas prácticas se aprecia en Ámsterdam, en esta ciudad se implementan materiales reciclables, techos verdes y sistemas de energía solar en las viviendas policiales. (Metalocus, 2021).

2.1.2. Normativas y Requerimientos de Diseño

El correcto uso de las normativas de construcción garantiza una estructura duradera, reduciendo costos finales sin tener un impacto sobre la calidad de los materiales o proceso constructivo. En Ecuador, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) es el código regulador al que se debe regir todo tipo de obra civil, así como sus respectivos diseños. Esta norma establece parámetros y lineamientos específicos a considerar, dando como resultado una edificación segura y eficiente frente a factores externos como el ambiente, fenómenos naturales, incluso aspectos particulares únicos de cada estructura dependiendo su fin, los cuales pueden perjudicar los materiales utilizados reduciendo su calidad generando costos elevados en mantenimiento (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018).

Dado que Ecuador se encuentra dentro del cinturón de fuego del pacífico, el peligro de sismo es considerable, es por esto por lo que la NEC está enfocada en un diseño sismorresistente, de manera que las edificaciones soporten cargas verticales y laterales sin riesgo de colapso. Para esto, existe un apartado de la normativa enfocado en las regulaciones para zonas altamente sísmicas, el cual es la NEC-SE-DS. Además, el uso de softwares de modelación estructural es fundamental para analizar la resistencia de los materiales ante cargas asignadas y su comportamiento en la vida real, en donde destacan SAP 2000 y ETABS, siendo estos los utilizados en este proyecto.

2.1.3. Planificación del Proyecto

Utilizar la metodología BIM para la correcta planificación del proyecto facilita la comprensión de este, ayuda a detectar inconvenientes y obtener un presupuesto estimado definido de la estructura. Para esto, el uso de herramientas CAD como Revit para un modelado arquitectónico detallado tridimensional, juntos con los softwares mencionados en el apartado anterior, brindan un soporte técnico comprensivo del producto final, tanto para el cliente o para personas particulares interesadas en el diseño de bloques residenciales. El uso eficiente de estas herramientas digitales permite generar planos *as built* (planos que detallan el avance progresivo de la obra), planos estructurales, permite el diseño de instalaciones eléctricas y sanitarias, y sistemas renderizados para facilitar la comunicación y el correcto seguimiento del cronograma de trabajo.

2.2. Área de estudio

El UPC del circuito Tenguel, Distrito Modelo, se encuentra ubicado en la parroquia Tenguel, cantón Guayaquil de la provincia del Guayas, Ecuador. Dicha parroquia se encuentra ubicada aproximadamente a 90 Km al suroeste de la ciudad de Guayaquil, cabecera cantonal. Las coordenadas georreferenciadas (UTM) de la infraestructura policial son: 634219 en X y 9668897 en Y. Se encuentra en el sector centro de Tenguel, zona considerada de tipo rural

residencial, rodeada de espacios de recreación, áreas verdes y propiedad privada habitada en su parte posterior, lo que implica una consideración importante al momento de realizar la construcción del proyecto.

Figura 1

Área de estudio, UPC circuito Tenguel.



2.2.1. Dimensiones de terreno

El UPC, circuito Tenguel, cuenta con un área de terreno de $1014.55 m^2$ según los levantamientos planimétricos realizados por parte de la Policía Nacional. Dentro de esta zona, se alberga instalaciones policiales como lo es una UPC, y una cancha de vóley para los cadetes residentes como recreación. Se ha designado un área calculada de $244.42 m^2$ para el diseño y construcción del bloque residencial de 2 niveles, ubicada de forma estratégica para poder realizar trabajos en obra sin provocar molestias a los residentes vecinos, ni limitar el trabajo de los agentes policiales en su servicio.

2.2.2. Condiciones climáticas

Tenguel posee un clima tropical semi-seco, con temperaturas que oscilan entre los 20°C a 30°C. En esta zona, hay una estación seca que va de junio a octubre aproximadamente, existe poca humedad y precipitaciones anuales de 500 a 1000 mm. Conocer estas estaciones y condiciones del clima en la parroquia es fundamental para proporcionar un diseño ergonómico y recomendar periodos para la construcción, evitando épocas de lluvia que pueden generar riesgos al momento de soldar las estructuras metálicas durante su ensamblaje.

2.2.3. Factibilidad del terreno

Para comprobar la factibilidad del terreno del UPC Distrito Tenguel, se han analizado diferentes aspectos con los que se puede determinar que es un suelo adecuado para la construcción del bloque residencial. Los criterios considerados fueron accesibilidad, topografía e infraestructura existente.

- i. **Accesibilidad:** El área de estudio se encuentra en la zona céntrica de la parroquia, su acceso no es complejo y las vías se encuentran en buen estado para poder movilizar transporte pesado llevando materiales.
- ii. **Topografía:** El terreno cuenta con una superficie plana casi en su totalidad y previamente compactada debido a su infraestructura existente. Esto reduce los costos que puedan generar los movimientos de tierra, cortes y relleno, además de agilizar el proceso constructivo.
- iii. **Infraestructura existente:** El predio cuenta ya con una UP, lo que facilita las instalaciones potables, eléctricas y sanitarias.

2.3.Trabajo de campo y laboratorio

Para empezar este proyecto, se realizaron trabajos en campo y laboratorio necesarios para conocer la estratigrafía y la capacidad de carga admisible presente. Dentro de los trabajos en campo, se identificó el lugar en el que se llevará a cabo el proyecto integrador, además, se efectuaron las actividades necesarias como: medición y levantamiento de la zona, verificación de datos brindados y muestreo de suelo a diferentes niveles. Por otro lado, se realizaron ensayos en el laboratorio para comprobar si la geotecnia del suelo era la adecuada para la implementación del proyecto. Los ensayos fueron los siguientes: Ensayo de contenido de humedad para obtener el porcentaje de volumen de agua presente, Ensayo de granulometría por tamizado para clasificar el tamaño nominal de las partículas obtenidas y por último el ensayo de Limites de Atterberg para la clasificación y estratificación del suelo.

2.4.Análisis de datos

Luego de la verificación en campo, se realizaron las respectivas correcciones de las coordenadas brindadas por el cliente, además se comprobó que el área designada para nuestra nueva edificación sean las adecuadas para la implementación de este bloque con las dimensiones propuestas y se verificó también la existencia de los establecimientos cercanos.

Como análisis adicional, se realizaron ensayos de laboratorio necesarios para clasificar el suelo y obtener posteriormente los parámetros de diseño para la cimentación, estos ensayos fueron:

2.4.1. Cantidad de humedad

Este primer ensayo es primordial para obtener de primera instancia la cantidad de humedad presente en el suelo, tomando en consideración 2 estratos observados y obtenidos en el trabajo de campo, como se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 2

Estratigrafía presente en zona de proyecto.



Nota: Foto obtenida por los autores de este documento (2024).

De esta manera, se procedió con el respectivo ensayo de cantidad de humedad presente dentro de ambas estratigrafías bajo la normativa vigente ASTM D2216, dando los siguientes resultados:

Tabla 1

Determinación del porcentaje de humedad.

Determinación del Porcentaje de humedad		
Muestra	1	2
ID del recipiente	40	12
Masa del recipiente (g)	93,87	82,73
Masa del suelo inicial + recipiente(g)	304,23	321,49
Masa del suelo seco + recipiente(g)	287,86	310,63
Masa de agua evaporada (g)	16,37	10,86
Masa de suelo seco(g)	193,99	227,9
Humedad (%)	8,44	4,77

Nota: Ensayo realizado por los autores de este documento (2024).

Se obtiene porcentajes de humedad bajos, verificaremos a que tipo de suelo pertenece con los ensayos posteriores.

2.4.2. Granulometría

Como siguiente actividad, se realizó el ensayo granulométrico regida bajo la normativa ASTM D 422, se utilizaron 2 muestras (Muestra C, Muestra P1-D) de las cuales se obtuvo el porcentaje de partículas que pasan por el tamiz No. 200, mediante el método de lavado y secado con horno, utilizando el tamizador obtener la cantidad de partículas presentes en cada tamiz, y así, continuar con el siguiente ensayo.

Para este primer paso, se obtuvieron los porcentajes de partículas:

Tabla 2

Retención de partículas sobre el tamiz No. 200.

Determinación de la tracción retenida sobre el tamiz No. 200 mediante lavado			
ID del recipiente		C	P1-D
Masa del recipiente (g)	A	193,6	201,5
Masa del recipiente + muestra seca antes del lavado (g)	B	684,5	636
Masa de la muestra seca antes del lavado (g)	C=B-A	490,9	434,5
Masa del recipiente + muestra lavada y secada al horno (g)	D	599,44	590,64
Masa de la muestra seca retenida sobre el tamiz No. 200 (g)	E=D-A	405,84	389,14
Masa de la muestra que pasó el tamiz No. 200 (g)	F=C-E	85,06	45,36
Porcentaje más fino que el tamiz No. 200 (%)	G=(F/C) *100	17,33	10,44

Nota: Ensayo realizado por los autores de este documento (2024).

De esta manera, se alcanza a observar que, para la Muestra C es posible realizar el ensayo de Límites de Atterberg, debido a que existe una mayor cantidad de partículas que pasan el tamiz No. 200. Posteriormente, se realizó el tamizado de ambas muestras para obtener el peso en cada tamiz, se utilizaron los siguientes tamices; No.4, No.10, No.30, No.50, No.100 y No.200, así se podrá realizar la curva granulométrica y obtener mediante esta gráfica el Coeficiente de Uniformidad (Cu) y Coeficiente de curvatura (Cc) de cada muestra:

Tabla 3*Ensayo granulométrico.*

Granulometría									
Muestra C					Muestra P1-D				
#Tamiz	Masa Ret. (g)	%Ret.	%Ret. Acum.	%Pasa Acum.	#Tamiz	Masa Ret. (g)	%Ret.	%Ret. Acum.	%Pasa Acum.
4	116,9	28,80	28,80	71,20	4	101,8	26,17	26,17	73,83
10	77,4	19,07	47,87	52,13	10	76,4	19,64	45,81	54,19
30	77	18,97	66,84	33,16	30	95	24,42	70,23	29,77
50	42,1	10,37	77,21	22,79	50	59,1	15,19	85,42	14,58
100	31,3	7,71	84,92	15,08	100	33,5	8,61	94,04	5,96
200	54	13,30	98,23	1,77	200	18,6	4,78	98,82	1,18
Fondo	7,2	1,77	100,00		Fondo	4,6	1,18	100,00	
Finos	85,06	20,96			Finos	45,36	11,66		
TOTAL	405,9				TOTAL	389			
Masa Ini.	490,9				Masa Ini.	434,5			
Masa Fin.	490,96				Masa Fin.	434,36			
%error	0,012				%error	0,032			

Nota: Ensayo realizado por los autores de este documento (2024).

Para este ensayo se obtuvieron porcentajes de error muy bajos, por lo que se puede asegurar la calidad de estos. Para la obtención de los Coeficientes C_u y C_c , se realizaron las curvas granulométricas de ambas muestras para obtener los diámetros de tamaños de partículas correspondientes a 10, 30 y 60% (D_{10} , D_{30} y D_{60} , respectivamente), con sus respectivas aberturas de cada tamiz. Así, se obtuvieron los siguientes resultados:

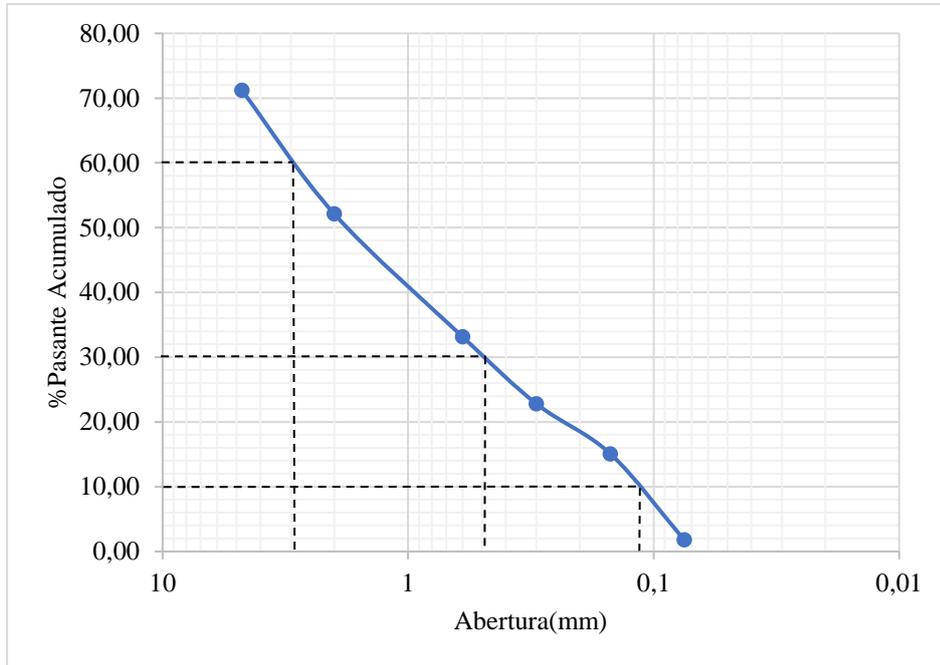
Tabla 4*Aberturas de tamices según normativa ASTM.*

#Tamiz	Abertura (mm)
4	4,75
10	2
30	0,6
50	0,3
100	0,15
200	0,075

Nota: Tabla obtenida de normativa ASTM E11.

Figura 3

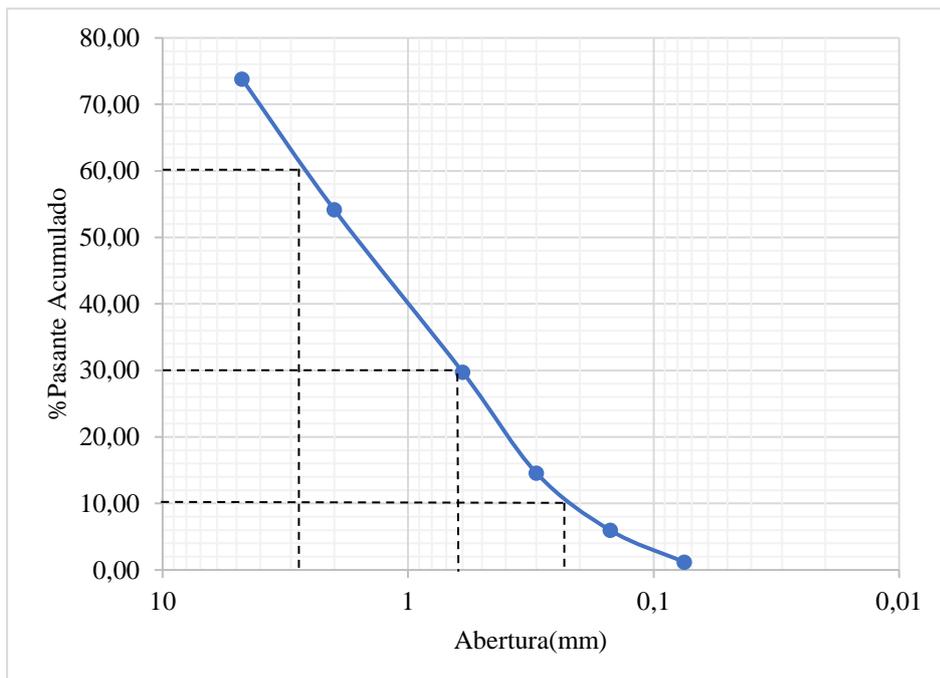
Curva granulométrica de la muestra C.



Nota: Gráfico realizado por los autores de este documento (2024).

Figura 4

Curva granulométrica de la muestra P1-D.



Nota: Gráfico realizado por los autores de este documento (2024).

Tabla 5

Tamaño de partículas obtenidas de los gráficos.

Muestra C		Muestra P1-D	
D10	0,12	D10	0,22
D30	0,48	D30	0,58
D60	2,95	D60	2,7

Nota: Tabla realizada por los autores de este documento (2024).

Tabla 6

Coefficientes Cu y Cc.

Muestra C		Muestra P1-D	
Cu	24,58	Cu	12,27
Cc	1,96	Cc	1,28

Nota: Tabla realizada por los autores de este documento (2024).

Estos resultados indican que se trata efectivamente de una arena, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Para poder clasificar a qué tipo de arena pertenece la muestra, se procede a realizar el siguiente y último ensayo.

2.4.3. Límites de Atterberg

En este último trabajo de laboratorio, se obtuvieron los Límites de Atterberg; Límite Líquido (LL) y Límite Plástico (LP), para poder definir el Índice Plástico (IP), el cual clasifica a qué tipo de arena pertenece la muestra C según el SUCS. Este ensayo se rigió bajo la norma ASTM D 4318, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7

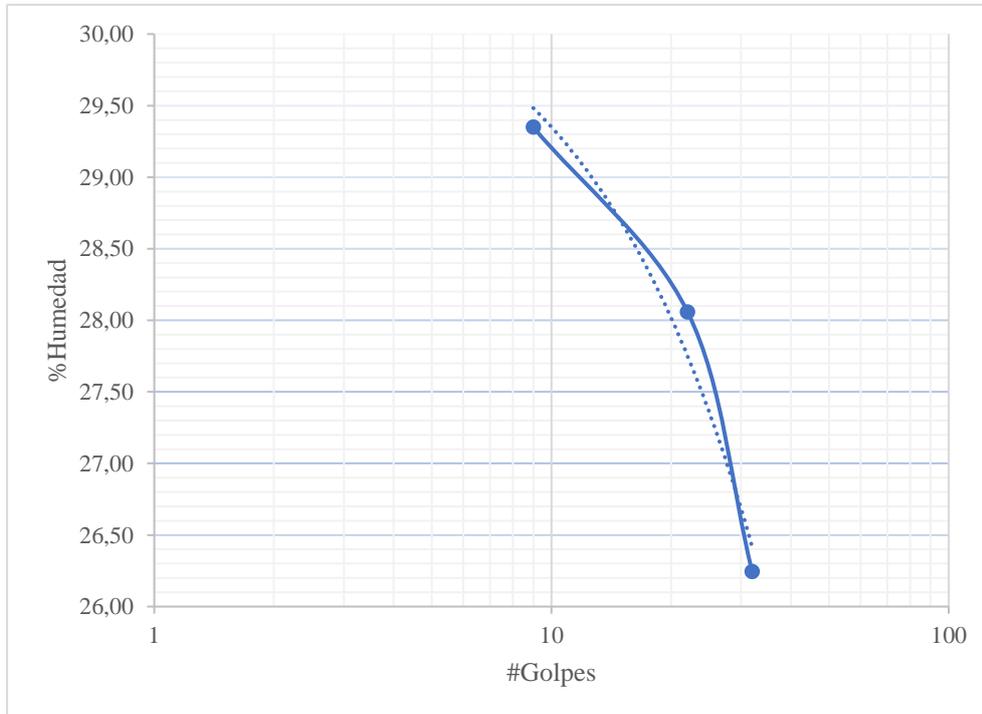
Determinación del Límite Líquido.

Determinación del Límite Líquido				
Muestra		1	2	3
ID del recipiente		85	70	65
Masa del recipiente (g)	A	6,07	6,26	6,19
Numero de golpes		32	22	9
Masa de suelo húmedo + recipiente (g)	B	15,45	12,33	14,74
Masa de suelo seco + recipiente (g)	C	13,5	11	12,8
Masa de agua evaporada (g)	D=B-C	1,95	1,33	1,94
Masa de suelo seco (g)	E=C-A	7,43	4,74	6,61
Humedad (%)	D/E*100	26,24	28,06	29,35
LL%	27,5			

Nota: Tabla realizada por los autores de este documento (2024).

Figura 5

Humedad vs Numero de golpes.



Nota: Gráfico realizado por los autores de este documento (2024).

Tabla 8*Determinación del Límite Plástico.*

Determinación del Límite Plástico			
Muestra		1	2
ID del recipiente		120	49
Masa del recipiente (g)	A	6,17	5,95
Masa de suelo húmedo + recipiente (g)	B	11,27	10,73
Masa de suelo seco + recipiente (g)	C	10,49	9,94
Masa de agua evaporada (g)	D=B-C	0,78	0,79
Masa de suelo seco (g)	E=C-A	4,32	3,99
Humedad (%)	D/E*100	18,06	19,80
LP%		18,93	

*Nota: Tabla realizada por los autores de este documento (2024).***Tabla 9***Determinación del Índice Plástico.*

IP%	LL-LP	8,57
-----	-------	------

Nota: Tabla realizada por los autores de este documento (2024).

Realizados los cálculos pertinentes, se define al suelo como Arena Bien Graduada, o, bajo el SUCS, SW.

2.5. Análisis de alternativas

Para las alternativas que se plantean en el diseño de este bloque residencial de 2 plantas en la UPC distrito Tenguel, se realizaron evaluaciones detalladas de 3 propuestas, las cuales son: Estructura convencional (Hormigón Armado), Estructura Mixta y Estructura Metálica. Dentro de cada alternativa, se analizaron varios aspectos importantes a la hora de diseñar un proyecto de construcción, tales como costos, mantenimiento, tiempo de construcción e impacto ambiental. Esto con la finalidad de encontrar la solución más eficiente en términos constructivos, y sostenible en cuanto a los recursos ambientales.

Para un mejor entendimiento del análisis de las alternativas presentadas, se realizaron tablas con ponderaciones para cada criterio mencionado, siendo 5 la calificación más alta, y 1 la menos favorable. Adicionalmente, se añadió un apartado denominado factor de importancia (F.I.), un multiplicador que va entre 0 a 1 dependiendo el impacto que cada criterio en el análisis y toma de decisión final de alternativa.

2.5.1. Estructura convencional – Hormigón Armado

Las estructuras de hormigón armado son las más comunes en el país, proveen alta resistencia a la compresión, lo que les permite soportar grandes cargas de compresión y gozan de una larga vida útil; dichas estructuras contienen acero de refuerzo que les brinda una mejora en sus propiedades como ductilidad y flexión. Requieren de materiales convencionales para su elaboración, convirtiéndolas en la alternativa más común.

Tabla 10

Análisis de las estructuras de hormigón armado.

Criterio	Ponderación					F.I.
	1	2	3	4	5	
Costos				X		1
Mantenimiento				X		0.3
Tiempo de construcción			X			0.4
Impacto ambiental		X				0.5
Preferencia del cliente					X	1

Nota. Análisis realizado por los autores de este documento (2024).

Costo: Las estructuras de hormigón armado no son del todo económicas, en comparación con otros materiales como el acero estructural, sin embargo, en un presupuesto general los costos

iniciales de materiales y mano de obra pueden ser accesibles. Aún así, el precio del tipo de cemento para una obra en particular y el transporte de estos puede jugar un papel fundamental en los costos totales (Rincón et al, 2024).

Mantenimiento: A pesar de que las estructuras de hormigón armado requieren de un mantenimiento relativamente bajo por su alta resistencia a cargas pesadas, clima y su alta vida útil, son muy delicadas frente a fisuras y corrosión del acero de refuerzo por humedad o ambientes con exposición a sales. Razón por la cual, se requiere de revestimientos protectores y mantenimiento especializado que conlleva en un aumento en costos finales.

Tiempo de construcción: Construir estructuras de hormigón armado es considerablemente lenta puesto que implica tiempo de vertido, fraguado y curado del hormigón, además de los días que le toma llegar a su resistencia óptima. Aún así, se pueden utilizar aditivos de fraguado rápido, pero esto implicaría un aumento en el presupuesto final.

Impacto ambiental: Este es uno de los criterios más negativos con respecto a las estructuras de hormigón, dado que la producción de cemento genera altas emisiones de CO₂, además de consumir mucha energía en su fabricación. Así como también los demás materiales como arena, grava y agua tienen afectaciones directas al medio ambiente. A diferencia del acero estructural, que puede ser reciclado y no considera el uso del cemento la fabricación de su estructura. (Cabrera, 2012).

Preferencia del cliente: Los representantes de la Policía Nacional a cargo de la UPC Distrito Tenguel han sido explícitos en sus requerimientos, ellos solicitan que el edificio residencial sea hecho con estructura de hormigón armado, siendo el diseño tradicional, con costos de mano de obra accesibles y que va acorde con lo dispuesto en las planificaciones pasadas por la entidad nacional.

2.5.2. Estructuras Metálicas

Este tipo de estructuras son formadas por perfiles hechos de acero metálico, son aleaciones que por lo general se dan con carbono y hierro, además, la relación de estos elementos define su resistencia. Existe una gran variedad de elementos estructurales en el mercado, como las vigas, tubos de acero, perfiles para columnas, correas, placas, entre otros.

Tabla 11

Análisis de las estructuras metálicas.

Criterio	Ponderación					F.I.
	1	2	3	4	5	
Costos			X			1
Mantenimiento			X			0.3
Tiempo de construcción					X	0.4
Impacto ambiental					X	0.5
Preferencia del cliente		X				1

Nota. Análisis realizado por los autores de este documento (2024).

Costos: Las estructuras metálicas suelen generar un considerable presupuesto inicial debido al precio de los perfiles de acero, sin embargo, la prefabricación de estos elementos reduce en parte los costos durante el proceso constructivo al no requerir de materiales adicionales para su fabricación. A pesar de esto, el uso de este tipo de estructuras no suele ser recomendable por su baja viabilidad económica en estructuras residenciales pequeñas, debido a la mano de obra especializada requerida para su ensamblaje que resulta poco común y más costosa (Gervásio, 2005).

Mantenimiento: A pesar de sus beneficios, estas estructuras requieren recubrimientos para protección contra la corrosión y altas temperaturas. Lo que puede generar costos mayores a largo plazo en su mantenimiento. No obstante, el proceso de mantenimiento es mucho más rápido y sencillo a comparación del hormigón (Avila et al, 20005).

Tiempo de construcción: Las estructuras metálicas ofrecen una rápida instalación debido a su prefabricación, puesto que permite ensamblajes modulares eficientes que reducen significativamente el tiempo de la obra.

Impacto ambiental: El acero genera una baja concentración de CO₂ en su fabricación, además de ser un elemento reciclable. Si a esto le sumamos el uso de chatarra en hornos eléctricos para su fabricación, tiene un impacto considerable en la reducción de la huella de carbono con el uso de esta alternativa (Codimec SA, 2017).

Preferencia del cliente: A diferencia del tipo de estructura anterior (hormigón armado), las autoridades no se muestran tan convencidas con esta propuesta al conllevar un mayor costo inicial debido al precio del acero. Si embargo, les pareció una excelente idea el poder construir el bloque residencial disminuyendo la huella de carbono, además de utilizar estrategias sostenibles.

2.5.3. Estructuras Mixtas

Definidas por el uso de elementos de hormigón armado y acero estructural en un mismo proyecto constructivo. Esta combinación permite ajustar las propiedades de ambas estructuras dependiendo del objetivo y uso de la obra, además de requerir un mantenimiento mucho menor.

Tabla 12*Análisis de las estructuras mixtas.*

Criterio	Ponderación					F.I.
	1	2	3	4	5	
Costos			X			1
Mantenimiento				X		0.3
Tiempo de construcción				X		0.4
Impacto ambiental			X			0.5
Preferencia del cliente			X			1

Nota. Análisis realizado por los autores de este documento (2024).

Costos: Las estructuras mixtas demanda un presupuesto inicial elevado con respecto a las de hormigón armado debido al costo del acero estructural. Sin embargo, cuando un proyecto en específico demanda gran resistencia estructural reduciendo su peso, esta combinación puede compensar este presupuesto inicial, empleando las mejores propiedades de los 2 materiales (Rincón et al, 2024).

Mantenimiento: Con respecto al mantenimiento de estas estructuras, estas aprovechan la durabilidad del hormigón en áreas específicas donde la resistencia a la compresión es crítica, y la flexibilidad del acero donde la tracción es la resistencia que prima. De esta manera, se reduce el desgaste, evitando mantenimiento constante y costoso que las estructuras netamente de acero, brindando durabilidad al proyecto (Renne et al, 2022).

Tiempo de construcción: El uso de elementos prefabricados de acero permite una construcción acelerada, gracias a las piezas metálicas que pueden ensamblarse in situ sin necesidad de encofrados y tiempo de curado en toda la obra como en las estructuras únicamente de hormigón.

Impacto ambiental: A pesar de que se sigue utilizando cemento para la construcción de la parte de hormigón, el acero puede disminuir la huella de carbono, con esto se optimiza su uso y se minimiza el desperdicio.

Preferencia del cliente: Al igual que las estructuras metálicas, esta propuesta también estuvo por debajo en cuanto a su preferencia. Comentaron que les parece una alternativa a ponerse en marcha en caso de ser un bloque residencial de más pisos, puesto que este proyecto se asimila a una vivienda familiar con la diferencia de un mayor tamaño y distintos requerimientos.

2.5.4. Elección de Alternativa

Una vez realizado el análisis de cada alternativa con sus diferentes criterios en consideración, se presenta una tabla automatizada y una gráfica comparativa entre las propuestas para definir la más eficiente entre ellas.

Figura 3

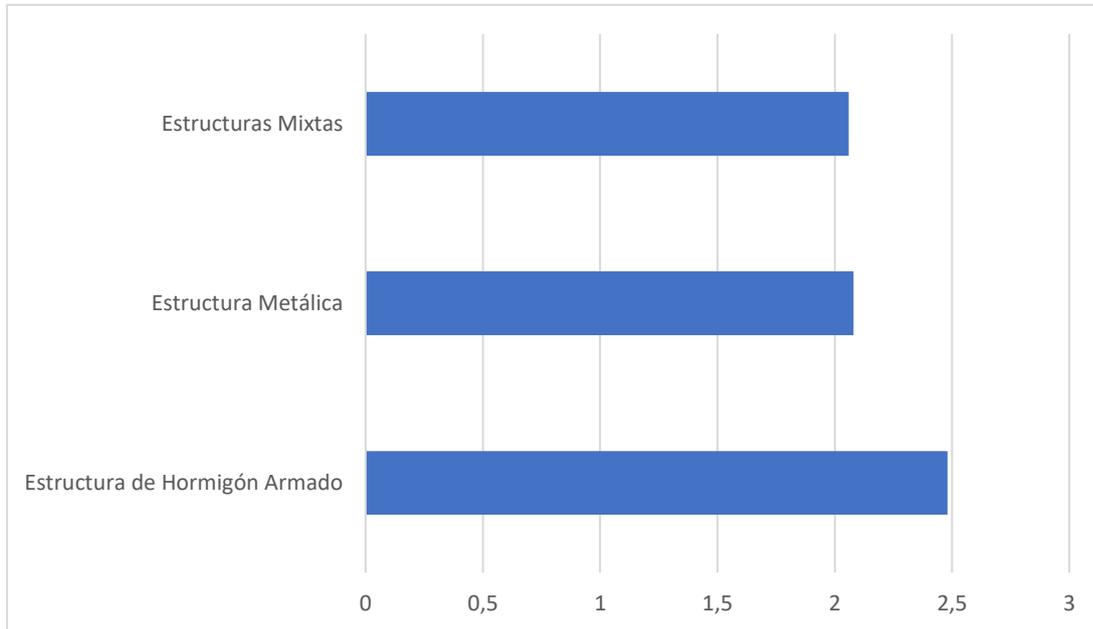
Tabla comparativa de las alternativas propuestas.

	Estructura de Homigón Armado		Estructura Metálica		Estructura Mixta	
	Ponderación	Ponderación* (F.I.)	Ponderación	Ponderación* (F.I.)	Ponderación	Ponderación* (F.I.)
Costos	4	4	3	3	3	3
Mantenimiento	4	1,2	3	0,9	4	1,2
Tiempo de Construcción	3	1,2	5	2	4	1,6
Impacto Ambiental	2	1	5	2,5	3	1,5
Preferencia del Cliente	5	5	2	2	3	3
Promedio		2,48		2,08		2,06

Nota: Se muestra la ponderación promedio de cada criterio dependiendo de la alternativa, multiplicada por el factor de importancia (F.I.); creada por los autores de este proyecto (2024).

Figura 4

Gráfica comparativa de las alternativas propuestas.



Nota: Se muestra una gráfica representativa de la ponderación promedio de cada alternativa, creada por los autores de este proyecto (2024).

De esta manera, para el desarrollo de este proyecto integrador se utilizará la alternativa de estructuras convencionales de hormigón armado en su diseño, siendo la propuesta más factible considerando los aspectos más importantes como son los costos y la preferencia del cliente. A pesar de que no es la más viable en cuanto al impacto ambiental, se deberán considerar estrategias de construcción sostenibles en los que evite los desperdicios, se reciclen materiales y se contrarresten las emisiones de CO₂ generadas.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1. Periodo Fundamental de la Estructura

El periodo fundamental de una estructura se considera como el tiempo que se tarda esta en completar un ciclo de vibración libre luego de ser sometida a un sismo. Este periodo depende de la rigidez de la estructura y su masa. Esto se puede calcular mediante la siguiente fórmula, dando un valor aproximado (T).

$$T = C_t * h_n^\alpha$$

Donde:

C_t : Coeficiente según el tipo de estructura.

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

α : Coeficiente según el tipo de estructura.

Los valores de las variables C_t y α se los determina mediante tablas de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS 2015.

Figura 5

Variables para el Periodo Fundamental de la Estructura (NEC-SE-DS 2015).

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. La gráfica muestra los valores de las variables para determinar el periodo fundamental dependiendo el tipo de estructura.

Para este proyecto integrador, el bloque residencial de 2 plantas, tendrá una altura h de 7 m, sin arriostramientos, dado que, al no ser un edificio de gran altura con varias plantas, no representa mayor peligro sísmico, además se puede reducir los costos finales. Con esto, se tiene:

$$T = 0.072 * 7^{0.8}$$

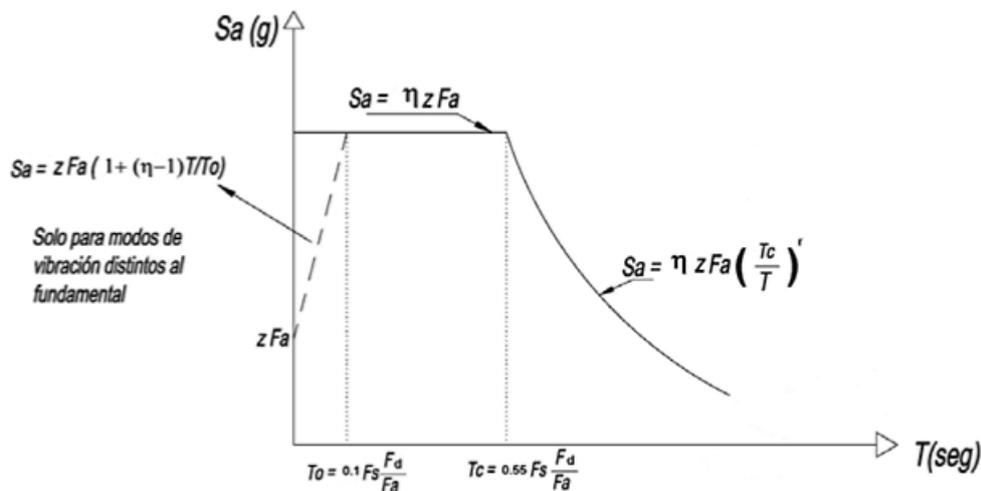
$$T = 0.34 \text{ s}$$

3.1.1. Espectro Elástico

Dentro del correcto análisis sísmico de la estructura, es necesario realizar el espectro de respuesta elástico de aceleraciones (S_a), expresado como parte de la aceleración de gravedad. Según la NEC-SE-DS (2015), el espectro elástico depende del periodo de vibración y está definido para una parte del amortiguamiento con respecto al crítico correspondiente del 5%

Figura 6

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



Donde:

S_a : Espectro de respuesta elástico.

η : Relación entre S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.

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

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

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

Z : Aceleración máxima esperada en roca para diseño.

3.1.2. Factor Z

En el diseño de estructuras sísmicas, el factor Z representa un coeficiente de zonificación sísmica o la aceleración sísmica en roca para un sismo de diseño (NEC-SE-DS, 2015). Este valor se basa en estudios históricos y geológicos y se obtiene a partir de la ubicación geográfica donde se dará el proceso de construcción de la estructura, este coeficiente va a presentar diferentes valores según las regiones del país, específicamente las más cercanas a la costa.

Figura 7

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

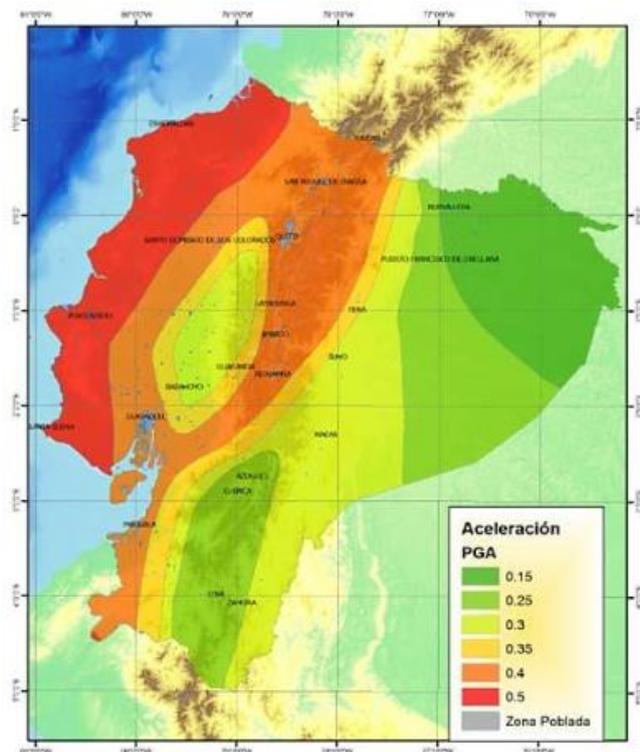


Figura 8

Valor de coeficiente Z según la zona de estudio (NEC-SE-DS 2015).

POBLACIÓN	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA	Z
LOMAS DE SARGENTILLO	LOMAS DE SARGENTILLO	LOMAS DE SARGENTILLO	GUAYAS	0.40
BALAO	BALAO	BALAO	GUAYAS	0.40
NARANJAL	NARANJAL	NARANJAL	GUAYAS	0.40

El bloque residencial de la Policía Nacional está ubicado en la parroquia Tenguel, vecina de la parroquia Balao, dentro de la zona sísmica V, por lo que, según normativa, se asigna el valor de $Z=0.4$.

3.1.3. Factores de Suelo

Para este criterio, es importante conocer el tipo de suelo que tiene el área de estudio, el cual se ha tomado un suelo de tipo D común en la zona. Con este parámetro y el factor Z previamente determinado, se tiene:

- Para el factor F_a :

Figura 9

Factor de sitio y tipo de suelo F_a (NEC-SE-DS 2015).

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Tabla 3: Tipo de suelo y Factores de sitio F_a

- Para el factor F_d :

Figura 10

Factor de sitio y tipo de suelo F_d (NEC-SE-DS 2015).

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
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	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 4 : Tipo de suelo y Factores de sitio F_d

- Para el factor F_s :

Figura 11

Factor de sitio y tipo de suelo F_s (NEC-SE-DS 2015).

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
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	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 5 : Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s

3.1.4. Factor η

Este factor se da por normativa y depende únicamente de la región en la que se encuentra la estructura.

Figura 12

Factor n según la región (NEC-SE-DS 2015).

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

3.1.5. Factor r

Este factor también se da por normativa y depende únicamente del tipo de suelo en el que se encuentra la estructura.

Figura 13

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

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

3.1.6. Periodos de Vibración

En los límites del espectro de respuesta elástico se dan los valores de T_0 y T_c , los cuales se calculan mediante las siguientes fórmulas.

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

$$T_0 = 0.10 * 1.28 * \frac{1.19}{1.2}$$

$$T_0 = 0.1269 \text{ s}$$

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

$$T_c = 0.55 * 1.28 * \frac{1.19}{1.2}$$

$$T_c = 0.6981 \text{ s}$$

3.1.7. Espectro de Aceleración

Este factor se considera como un reductor del espectro elástico, en el cual se utilizan factores reductivos los cuales dependen del tipo de uso e importancia del edificio a diseñar, además de elementos rigidizadores con los que cuenta el diseño de la estructura. Con la siguiente expresión mostrada se determina el valor en función del periodo de vibración.

$$C_s(T) = \frac{S_a * I}{R * \phi_p * \phi_e}$$

Donde:

S_a : Espectro de respuesta elástico.

I : Coeficiente de Importancia por normativa.

C_s : Coeficiente de aceleración inelástico.

R : Factor de reducción de resistencia sísmica.

ϕ_p : Coeficiente de regularidad en planta.

ϕ_e : Coeficiente de regularidad en elevación.

- Coeficiente I:

Coeficiente que depende del tipo de uso de la estructura y su importancia, relacionado con el número de personas y con el impacto que tendrá un evento sísmico en el día a día de un grupo de personas en particular. Por normativa, se toma un valor de $I=1$.

Figura 14

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

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

- Coeficiente R :

Este factor depende del sistema estructural que se vaya a utilizar para el diseño, siendo sistemas dúctiles, de ductilidad limitada, pórticos resistentes a momentos o sistemas duales. Para este caso, se tomará un valor de:

$$R = 8$$

- Coeficiente ϕ_p y ϕ_e :

Ambos factores dependen de la irregularidad de la estructura, tanto en elevación como en planta. En caso de no existir irregularidad alguna, este factor se considerará con un valor 1.

Figura 15

Coeficiente ϕ_p según la irregularidad en planta (NEC-SE-DS 2015).

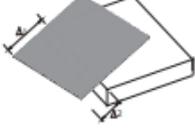
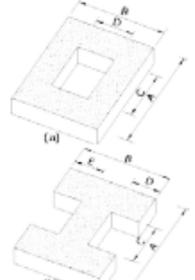
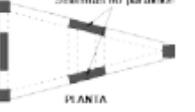
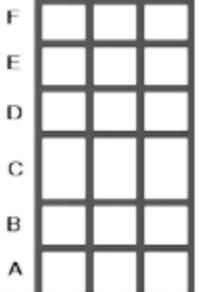
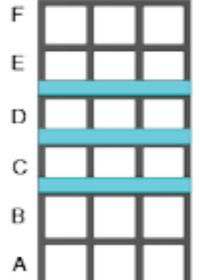
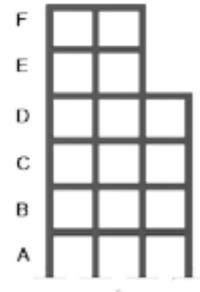
<p>Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_{ty}=0.9$ $\Delta > 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$</p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor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

Figura 16

Coeficiente ϕ_e según la irregularidad en elevación (NEC-SE-DS 2015).

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

Para este proyecto, los valores serán:

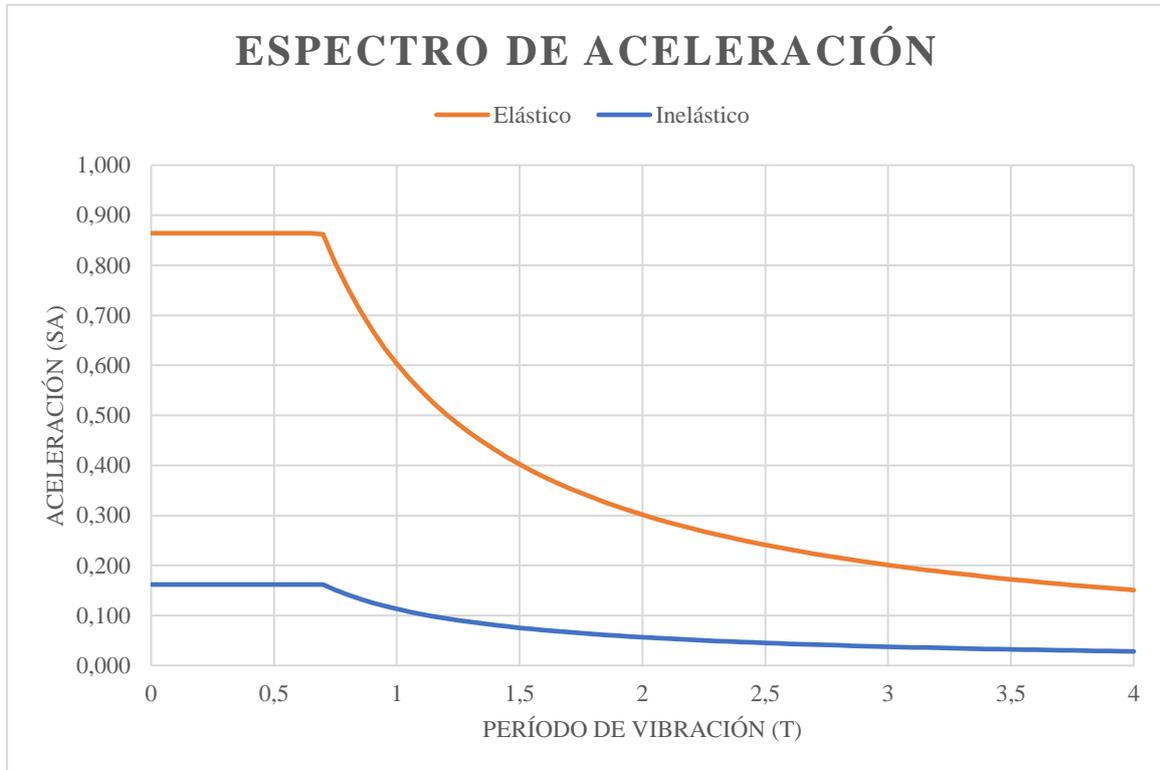
$$\phi_e = 1$$

$$\phi_p = 1$$

Una vez determinado todos los valores necesarios por normativa, se grafica el espectro de aceleración, elástico e inelástico. Para lograr un gráfico preciso, se realiza una tabla en Excel donde se automatiza los cálculos y se van asignando periodos que van desde $T= 0s$ a $T= 4s$.

Figura 17

Espectro de respuesta elástico e inelástico.



Nota: Se muestra una gráfica del espectro de aceleración elástico e inelástico, creada por los autores de este proyecto (2024).

3.2.Cargas

El diseño estructural de toda edificación se basa en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) 2015, con el propósito de garantizar la seguridad y eficiencia de la estructura en todos los aspectos constructivos. Esto permitirá cumplir con los estándares técnicos de resistencia y servicio, asegurando la calidad, estabilidad y capacidad de resistencia sísmica de la edificación.

Para el análisis de la estructura de hormigón armado, se consideran diversos factores que afectan la resistencia y funcionalidad a lo largo de su vida útil. Las cargas contempladas en este capítulo son: carga viva (CV), carga muerta (CM) y carga sísmica (determinada según el tipo de

suelo). Asimismo, se llevan a cabo las combinaciones de cargas conforme a los lineamientos establecidos en la NEC-2015.

i. Carga Viva

La NEC presenta valores especificados para la carga viva en edificios residenciales, esto se encuentra en la tabla 9. Capítulo 4.2 de la NEC- SE-CG-Cargas Sísmicas.

Para entrepiso:

$$CV_{EP} = 0.2 \frac{tonf}{m^2}$$

Para cubierta:

$$CV_{CUB} = 0.07 \frac{tonf}{m^2}$$

Carga viva total:

$$CV_{total} = 0.27 \frac{tonf}{m^2}$$

ii. Carga Muerta

De la misma manera, en la NEC se encuentran las especificaciones para los valores de carga muerta en una edificación. La información presentada nace utilizando los valores base de la tabla 8. Capítulo 4.1 de la NEC- SE-CG-Cargas Sísmicas, junto con las condiciones del proyecto residencial.

Carga para mortero, espesor de 10 mm:

$$CM_{mort} = 0.022 \frac{tonf}{m^2}$$

Carga de instalaciones eléctricas y sanitarias:

$$CM_{inst} = 0.025 \frac{tonf}{m^2}$$

Carga de paredes, mortero y relleno de hormigón:

$$CM_{par} = 0.656 \frac{tonf}{m^2}$$

Para este caso se ha utilizado un sistema reforzado de pared, el cual consiste en rellenar con mortero al bloque convencional para formar las paredes de la planta baja, con el fin de brindar seguridad extra contra proyectiles de armas de fuego.

Carga de Losa (Kubilosa 0.65 mm):

$$CM_{tumb} = 0.174 \frac{tonf}{m^2}$$

La carga muerta total se da por la suma de todos los valores dados por la NEC:

$$CM_{EP} = 0.856 \frac{tonf}{m^2}$$

Por último, se realiza la combinación de carga para viva y muerta según la expresión brindada por la NEC, dando como resultado:

Tabla 13

Combinaciones de carga según la NEC para ambas plantas.

Combinaciones de Carga		
Planta Baja (U1)	1.4 D	1198.88 $\frac{Kg}{m^2}$
Piso 1 (U2)	1.2 D + 1.6 L	1459.61 $\frac{Kg}{m^2}$

Nota: Tabla realizada por los autores de este documento (2024).

3.3.Pre-Diseño

Es importante definir los parámetros principales que poseen todos los elementos estructurales de hormigón armado en este proyecto. Estos representan valores importantes y normados para los cálculos presentados en este capítulo.

Tabla 14

Parámetros principales para las estructuras de hormigón armado.

f_y	$4200 \frac{Kg}{cm^2}$
f'_c	$210 \frac{Kg}{cm^2}$
E_c	$218819.79 \frac{Kg}{cm^2}$
E_s	$2000000 \frac{Kg}{cm^2}$
γ_{CA}	$2400 \frac{Kg}{m^3}$
Área de piso	$231.66 m^2$
Sistema estructural	Pórtico especial resistente a momentos

Nota: Tabla realizada por los autores de este documento (2024).

3.3.1. Vigas

Las vigas deben cumplir con requerimientos dados por normativa, como es el caso de la altura mínima, este valor se obtiene por la tabla brindada por la American Concrete Institute (ACI), estipulada en ACI 318-19, tabla 9.3.1.1.

Tabla 15

Altura mínima en vigas no presforzadas según ACI 318-19, tabla 9.3.1.1.

Condición de Apoyo	Área Tributaria (m)
Simplemente apoyada	L/16
Con un extremo continuo	L/18.5
Ambos extremos continuos	L/21
En voladizo	L/8

Al utilizar la tabla del ACI podemos determinar una dimensión de altura mínima de las vigas en ambas direcciones, además, la viga debe tener como base un valor que sea el mayor entre 0.3(altura) o 25 cm. Para este prediseño, se asumen dimensiones de viga de 25X30 para su respectiva verificación.

Figura 18

Pre dimensionamiento de viga según ACI.

EJE	LONGITUD	H_min, L/18.5	H_predim	rec	d	Ln ≥ 4d	b_max	b_predim	Pp_viga
	m	m	m	m	m	CONDICION	m	m	kg
X	4,2	0,23	0,3	0,04	0,24	Cumple	0,25	0,25	756
Y	3,8	0,21	0,3	0,04	0,24	Cumple	0,25	0,25	684

Nota: Se muestra una tabla del cálculo para las vigas en dirección X y Y, creada por los autores de este proyecto (2024).

Al ser un edificio residencial de 2 pisos, para un mejor entendimiento del prediseño, se divide la estructura en plantas, dado que las cargas son diferentes para cada piso.

Figura 19

Pre-dimensionamiento de viga para piso 1.

PISO 1	
VIGA SELECCIONADA V25X30	
Mu Max(Etabs)	80,41 KN-m
d	29,67 cm
H req	35,37 cm
H col	40 cm
VIGA REFINADA V30X40	

Nota: Se muestra una tabla del cálculo para las vigas en el piso 1, creada por los autores de este proyecto (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 20

Pre-dimensionamiento de viga para piso 2.

PISO 2	
VIGA SELECCIONADA V25X30	
Mu Max(Etabs)	27,67 KN-m
d	17,4 cm
H req	23,1 cm
H col	25 cm
VIGA REFINADA V30X25	

Nota: Se muestra una tabla del cálculo para las vigas en el piso 2, creada por los autores de este proyecto (Criollo y Sigüencia, 2024).

Para efecto de prediseño, se definen 2 secciones con dimensiones diferentes según el piso del edificio residencial. Es importante recalcar que esta sección propuesta necesita verificaciones para determinar si es adecuada para soportar las cargas de diseño, caso contrario, se requiere redimensionar.

3.3.2. Columnas

Según el detalle de los planos arquitectónicos propuestos por parte de la Policía Nacional, se muestran las columnas y se determina para cada una su área colaborante respectiva.

Tabla 16

Área colaborante de cada columna.

Columna	Área Tributaria (m ²)
Central 1	15.96
Central 2	13.11
Esquinera	3.99
Excéntrica 1	7.98
Excéntrica 2	6.56

Nota: Tabla realizada por los autores de este documento (2024).

Figura 21

Pre-dimensionamiento de columnas.

Tipo de columna	Area Trib.(m2)	Pservicio	Area Colum.	Dim Colum. BXA(cm)		Verificación	Dimensiones Diseño		pp columnas
							B (m)	A (m)	kg
Central 1	15,96	46590,69	493,023	30	20	1,5	0,3	0,3	777,6
Central 2	13,11	38270,92	404,983	30	15	2	0,3	0,3	777,6
Esquinera	3,99	11647,67	158,472	30	10	3	0,3	0,3	777,6
Excéntrica 1	7,98	23295,34	316,943	30	15	2	0,3	0,3	777,6
Excéntrica 2	6,56	19135,46	260,346	30	10	3	0,3	0,3	777,6

Nota: Se muestra una tabla del cálculo para las columnas según su área tributaria, creada por los autores de este proyecto (2024).

Con las dimensiones propuestas, se detallan datos sobre el acero de refuerzo a utilizar, diámetro de varilla, número de varillas, acero colocado y cuantía.

Figura 22

Acero propuesto para el diseño.

Ag = 900 cm ²					
Dimensiones	Varillas	Avar	N. Var	Acolocada	Cuantía
30x30	14	1,54	6	9,24	0,01
	16	2,01	8	16,08	0,018
	18	2,54	4	10,18	0,011
	20	3,14	8	25,13	0,028

Ag = 1225 cm ²					
Dimensiones	Varillas	Avar	N. Var	Acolocada	Cuantía
35x35	14	1,54	6	9,24	0,008
	16	2,01	8	16,08	0,013
	18	2,54	4	10,18	0,008
	20	3,14	8	25,13	0,021

Nota: Se muestra una tabla del cálculo para el acero colocado en el pre-diseño, creada por los autores de este proyecto (Criollo y Sigüencia, 2024).

Para efecto de prediseño, se utiliza la varilla de 18 mm de diámetro, con las dimensiones de 30x30 cm en las columnas. Esta sección propuesta necesita verificaciones para determinar si es adecuada para soportar las cargas de diseño, caso contrario, se requiere redimensionar.

3.3.3. Losa Steel Deck

Dentro de los elementos de hormigón armado, las losas tienen variaciones en su diseño, siendo estas losas macizas, losas nervadas en una y dos direcciones, y losa steel deck, la cual es un método constructivo de vanguardia que combina las propiedades del acero con la resistencia del hormigón. Este diseño brinda beneficios como al tiempo de construcción, costos y disminución en mano de obra. Para el diseño, bajo los criterios brindados por los fabricantes de las planchas de acero, se puede determinar la carga máxima que va a soportar la losa en función del espesor total de la losa y la separación entre apoyos. Además, se considera una malla electrosoldada de 15x15 mm.

Se presenta consideraciones base para el diseño de la losa.

Figura 23

Consideraciones de diseño para losa steel deck.

yc	2400	kg/m ³
fc	210	kg/cm ²
Fy malla	5000	kg/cm ²

Figura 24

Propuesta de diseño para una losa steel deck.

Malla electrosoldada 15x15		
Propiedades de la seccion compuesta		
Novalosa 55 mm		
e losa	5	cm
e novalosa	0,065	cm
P losa	166,8	kg/m ²
P kubilosa	6,37	kg/m ²
Malla electrosoldada	1,67	kg/m ²

Nota: Se muestra una tabla del cálculo para la losa steel deck en el prediseño, creada por los autores de este proyecto (Criollo y Sigüencia, 2024).

Con esto, la carga total de diseño que va a soportar la losa steel deck de este proyecto es de:

$$174.84 \frac{Kg}{m^2}$$

Figura 25

Cargas impuestas que soporta la losa en función espesor de losa y distanciamiento entre apoyos.

CARGA SOBREIMPUESTA (KG/M ²)											
ESPESOR KUBIEC	ESPESOR LOSA	SEPARACIÓN ENTRE APOYOS (m)									
		(mm)	(cm)	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00
0,65	5	2.200	1.727	1.365	1.098	894	736	610	509	426	357
	6	2.200	1.979	1.565	1.258	1.025	844	700	584	489	410
	7	2.200	2.229	1.763	1.418	1.156	951	789	659	552	463
	8	2.200	2.478	1.960	1.557	1.285	1.058	878	733	614	516
0,76	5	2.200	2.046	1.624	1.311	1.074	889	742	624	527	446
	6	2.200	2.345	1.861	1.503	1.231	1.019	851	716	605	513
	7	2.200	2.641	2.097	1.694	1.388	1.149	960	807	682	579
	8	2.200	2.936	2.331	1.884	1.543	1.278	1.068	898	759	644
0,90	5	2.200	2.450	1.951	1.582	1.301	1.082	909	744	582	456
	6	2.200	2.808	2.236	1.813	1.492	1.241	1.043	883	751	643
	7	2.200	3.200	2.519	2.043	1.681	1.399	1.175	995	847	725
	8	2.200	3.600	2.801	2.272	1.869	1.556	1.307	1.107	943	807

Nota: Se muestra una tabla de cargas sobreimpuestas que soporta la losa steel deck, creada por la empresa Kubiec (KUBIEC, 2021).

Según el catálogo de diseño de los fabricantes de losas steel deck, la carga de diseño del proyecto cumple con la carga establecida por la figura mostrada.

3.4. Comprobaciones de diseño

3.4.1. Diseño a Flexión

Diseño a flexión de vigas

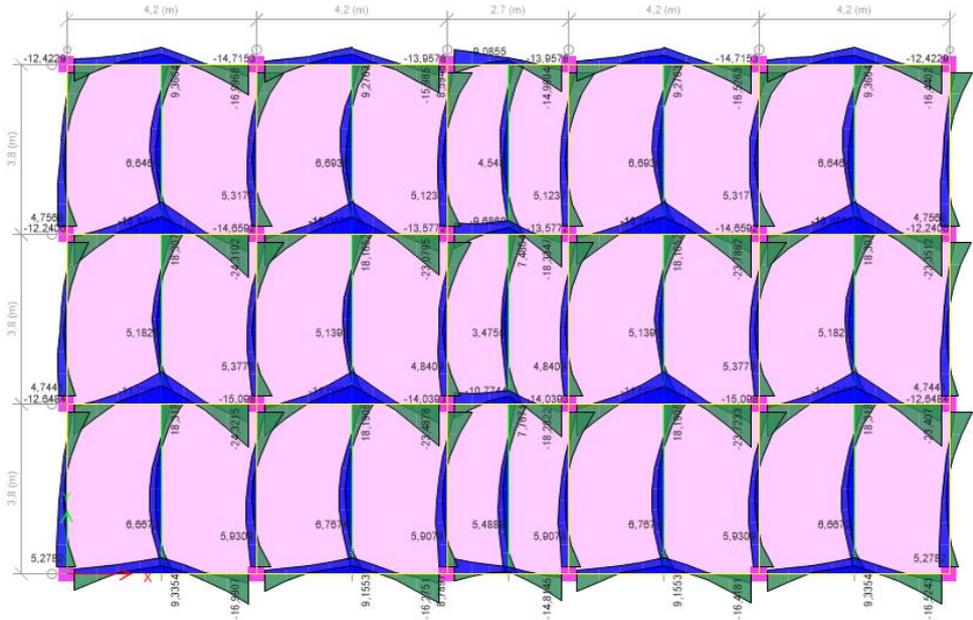
Se refiere a un procedimiento en el que se comprueba si la viga con las dimensiones prediseñadas es capaz de resistir las cargas a las que será sometida sin sufrir fallos estructurales, como rotura o excesivas deformaciones. Se realiza analizando el comportamiento de la viga bajo cargas verticales aplicadas que provocan momentos flectores, las cuales se producen deformaciones en el elemento.

Para la comprobación de las vigas seccionadas en este proyecto, se dividirán las vigas por piso, tal como se lo hizo en las figuras 19 y 20 en el que se han denominado para este análisis vigas de terraza y de piso 1. Con este diseño se determina el acero mín y requerido para que el elemento estructural alcance y garantice la resistencia estructural, además, se verifica que el momento máximo que puede resistir el elemento sea mayor al máximo momento flector.

Con respecto al diseño estructural, se utiliza el software Etabs, el cual realiza comprobaciones de diseño para estructuras de hormigón armado, metálicas y mixtas. Esta herramienta digital genera modelados que repliquen comportamientos de la estructura frente a diferentes condiciones de carga y sismos. Para el diseño a flexión de la viga, se imponen las

cargas especificadas al comienzo de este capítulo, generando así los momentos flectores máximos para su verificación.

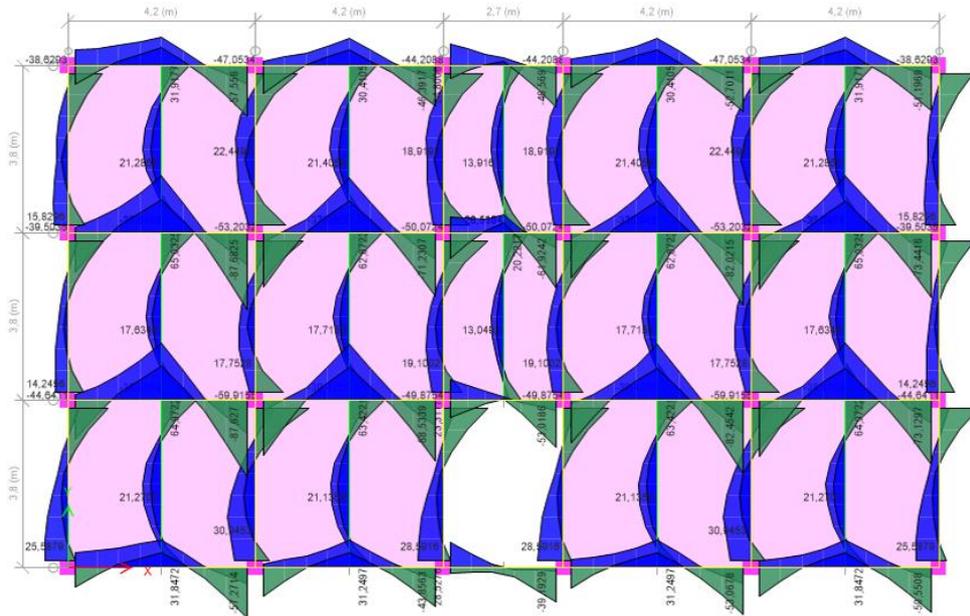
Figura 26
Diagramas de momento para cada viga de terraza.



Nota: Se muestra un diagrama de momentos flectores, generada por el software Etabs, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 27

Diagramas de momento para cada viga de piso 1.



Nota: Se muestra un diagrama de momentos flectores, generada por el software Etabs, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

De los valores brindados por Etabs, los momentos flectores máximos, se determina el armado estructural que contrarreste dichas cargas inducidas. A continuación, se detallan los cálculos para determinar el acero requerido para el diseño, dividido en acero superior e inferior para las vigas de terraza y piso 1.

Figura 28

Tabla de cálculo de acero requerido superior para cada viga de terraza.

ETABS													
VIGA	b	h	db	est	rec	d	Ln	Mu Sup	Mu sup	As_Sup_colocado	phi Mn	Comprobacion	
TERRAZA	cm	cm	cm	cm	cm	cm	m	kN-m	ton*m	cm^2	cm	Phi Mn>Mu	
A-B-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	9,20	0,94	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
B-C-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	9,08	0,93	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
C-D-1	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	8,82	0,90	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
D-E-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	9,08	0,93	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
E-F-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	9,20	0,94	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
A-B-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	18,04	1,84	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
B-C-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	17,97	1,83	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
C-D-2	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	7,86	0,80	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
D-E-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	17,97	1,83	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
E-F-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	18,04	1,84	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
A-B-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	18,04	1,84	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
B-C-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	17,95	1,83	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
C-D-3	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	7,63	0,78	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
D-E-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	17,95	1,83	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
E-F-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	18,04	1,84	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
A-B-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	9,21	0,94	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
B-C-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	9,17	0,93	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
C-D-4	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	8,70	0,89	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
D-E-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	9,17	0,93	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
E-F-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	9,21	0,94	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
1-2-A	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	4,96	0,51	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
2-3-A	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	4,70	0,48	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
3-4-A	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	4,71	0,48	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
1-2-B	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	5,64	0,57	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
2-3-B	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	5,39	0,55	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
3-4-B	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	5,37	0,55	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
1-2-C	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	5,59	0,57	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
2-3-C	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	4,93	0,50	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
3-4-C	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	5,16	0,53	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
1-2-D	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	5,59	0,57	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el armado estructural superior de las vigas, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 29

Tabla de cálculo de acero requerido inferior para cada viga de terraza.

								ETABS					
VIGA	b	h	db	est	rec	d	Ln	Mu inf	Mu inf	As_Inf_colocado	phi Mn	Comprobacion	
TERRAZA	cm	cm	cm	cm	cm	cm	m	kN-m	ton*m	cm^2	Ton*m	Phi Mn>Mu	
A-B-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	16,26	1,66	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
B-C-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	15,97	1,63	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
C-D-1	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	14,48	1,48	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
D-E-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	15,90	1,62	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
E-F-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	16,02	1,63	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
A-B-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	23,47	2,39	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
B-C-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	23,18	2,36	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
C-D-2	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	17,85	1,82	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
D-E-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	23,09	2,35	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
E-F-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	23,03	2,35	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
A-B-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	23,46	2,39	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
B-C-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	22,85	2,33	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
C-D-3	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	17,91	1,83	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
D-E-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	23,15	2,36	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
E-F-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	22,99	2,34	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
A-B-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	16,28	1,66	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
B-C-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	15,75	1,61	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
C-D-4	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	14,62	1,49	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
D-E-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	16,01	1,63	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
E-F-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	15,98	1,63	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
1-2-A	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	12,15	1,24	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
2-3-A	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	11,97	1,22	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
3-4-A	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	12,12	1,24	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
1-2-B	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	14,67	1,50	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
2-3-B	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	14,50	1,48	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
3-4-B	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	14,64	1,49	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
1-2-C	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	13,71	1,40	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
2-3-C	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	13,50	1,38	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
3-4-C	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	13,88	1,42	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE
1-2-D	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	13,71	1,40	4,02	2fi16mm	4,00	CUMPLE

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el armado estructural inferior de las vigas, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 30

Tabla de cálculo de acero requerido superior para cada viga de piso 1.

PISO 1	b	h	db	est	rec	d	Ln	Mu Sup	Mu sup	As_Sup_colocado		Mu max	Comprobacion
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	m	kN-m	ton*m	cm^2		ton*m	Phi Mn>Mu
A-B-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	30,95	3,16	0,00	2fi16mm	5,49	CUMPLE
B-C-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	30,68	3,13	0,00	2fi16mm	4,55	CUMPLE
C-D-1	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	29,29	2,99	0,00	2fi16mm	3,82	CUMPLE
D-E-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	30,68	3,13	0,00	2fi16mm	5,20	CUMPLE
E-F-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	30,95	3,16	0,00	2fi16mm	5,03	CUMPLE
A-B-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	63,14	6,44	6,44	2fi16mm + 1fi14mm	8,47	CUMPLE
B-C-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	62,28	6,35	6,35	2fi16mm + 1fi14mm	7,11	CUMPLE
C-D-2	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	25,18	2,57	0,00	2fi16mm	5,17	CUMPLE
D-E-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	62,28	6,35	6,35	2fi16mm + 1fi14mm	8,11	CUMPLE
E-F-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	63,14	6,44	6,44	2fi16mm + 1fi14mm	7,47	CUMPLE
A-B-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	63,17	6,44	6,44	2fi16mm + 1fi14mm	8,48	CUMPLE
B-C-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	61,88	6,31	6,31	2fi16mm + 1fi14mm	7,32	CUMPLE
C-D-3	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	21,53	2,20	0,00	2fi16mm	6,09	CUMPLE
D-E-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	61,88	6,31	6,31	2fi16mm + 1fi14mm	8,08	CUMPLE
E-F-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	63,17	6,44	6,44	2fi16mm + 1fi14mm	7,49	CUMPLE
A-B-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	30,99	3,16	0,00	2fi16mm	5,52	CUMPLE
B-C-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	30,10	3,07	0,00	2fi16mm	4,75	CUMPLE
C-D-4	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	25,34	2,58	0,00	2fi16mm	4,61	CUMPLE
D-E-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	30,10	3,07	0,00	2fi16mm	5,19	CUMPLE
E-F-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	30,99	3,16	0,00	2fi16mm	5,09	CUMPLE
1-2-A	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	21,65	2,21	0,00	2fi16mm	4,29	CUMPLE
2-3-A	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	14,49	1,48	0,00	2fi16mm	3,93	CUMPLE
3-4-A	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	15,37	1,57	0,00	2fi16mm	3,86	CUMPLE
1-2-B	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	27,08	2,76	0,00	2fi16mm	5,80	CUMPLE
2-3-B	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	18,35	1,87	0,00	2fi16mm	5,31	CUMPLE
3-4-B	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	20,22	2,06	0,00	2fi16mm	4,89	CUMPLE
1-2-C	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	24,66	2,51	0,00	2fi16mm	4,76	CUMPLE
2-3-C	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	18,91	1,93	0,00	2fi16mm	4,97	CUMPLE
3-4-C	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	17,82	1,82	0,00	2fi16mm	4,56	CUMPLE
1-2-D	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	24,66	2,51	0,00	2fi16mm	4,76	CUMPLE
2-3-D	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	18,91	1,93	0,00	2fi16mm	4,97	CUMPLE

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el armado estructural superior de las vigas, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 31

Tabla de cálculo de acero requerido inferior para cada viga de piso 1.

PISO 1	ETABS											Mu max ton*m	Comprobacion Phi Mn>Mu
	b cm	h cm	db cm	est cm	rec cm	d cm	Ln m	Mu inf kN-m	Mu inf ton*m	As Inf colocado cm^2	As req		
A-B-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	53,81	5,49	4,02	2fi16mm	5,49	CUMPLE
B-C-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	44,59	4,55	4,02	2fi16mm	4,55	CUMPLE
C-D-1	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	37,42	3,82	4,02	2fi16mm	3,82	CUMPLE
D-E-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	51,04	5,20	4,02	2fi16mm	5,20	CUMPLE
E-F-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	49,32	5,03	4,02	2fi16mm	5,03	CUMPLE
A-B-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	83,07	8,47	5,56	2fi16mm + 1fi14mm	8,47	CUMPLE
B-C-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	69,77	7,11	5,56	2fi16mm + 1fi14mm	7,11	CUMPLE
C-D-2	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	50,73	5,17	4,02	2fi16mm	5,17	CUMPLE
D-E-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	79,55	8,11	5,56	2fi16mm + 1fi14mm	8,11	CUMPLE
E-F-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	73,22	7,47	5,56	2fi16mm + 1fi14mm	7,47	CUMPLE
A-B-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	83,20	8,48	5,56	2fi16mm + 1fi14mm	8,48	CUMPLE
B-C-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	71,79	7,32	5,56	2fi16mm + 1fi14mm	7,32	CUMPLE
C-D-3	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	59,75	6,09	4,02	2fi16mm	6,09	CUMPLE
D-E-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	79,26	8,08	5,56	2fi16mm + 1fi14mm	8,08	CUMPLE
E-F-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	73,49	7,49	5,56	2fi16mm + 1fi14mm	7,49	CUMPLE
A-B-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	54,18	5,52	4,02	2fi16mm	5,52	CUMPLE
B-C-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	46,53	4,75	4,02	2fi16mm	4,75	CUMPLE
C-D-4	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	45,17	4,61	4,02	2fi16mm	4,61	CUMPLE
D-E-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	50,87	5,19	4,02	2fi16mm	5,19	CUMPLE
E-F-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	49,88	5,09	4,02	2fi16mm	5,09	CUMPLE
1-2-A	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	42,04	4,29	4,02	2fi16mm	4,29	CUMPLE
2-3-A	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	38,49	3,93	4,02	2fi16mm	3,93	CUMPLE
3-4-A	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	37,88	3,86	4,02	2fi16mm	3,86	CUMPLE
1-2-B	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	56,91	5,80	4,02	2fi16mm	5,80	CUMPLE
2-3-B	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	52,09	5,31	4,02	2fi16mm	5,31	CUMPLE
3-4-B	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	47,91	4,89	4,02	2fi16mm	4,89	CUMPLE
1-2-C	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	46,66	4,76	4,02	2fi16mm	4,76	CUMPLE
2-3-C	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	48,76	4,97	4,02	2fi16mm	4,97	CUMPLE
3-4-C	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	44,71	4,56	4,02	2fi16mm	4,56	CUMPLE
1-2-D	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	46,66	4,76	4,02	2fi16mm	4,76	CUMPLE
2-3-D	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	48,76	4,97	4,02	2fi16mm	4,97	CUMPLE
3-4-D	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	44,71	4,56	4,02	2fi16mm	4,56	CUMPLE
1-2-E	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	56,91	5,80	4,02	2fi16mm	5,80	CUMPLE
2-3-E	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	52,09	5,31	4,02	2fi16mm	5,31	CUMPLE
3-4-E	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	47,91	4,89	4,02	2fi16mm	4,89	CUMPLE
1-2-F	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	42,04	4,29	4,02	2fi16mm	4,29	CUMPLE
2-3-F	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	38,49	3,93	4,02	2fi16mm	3,93	CUMPLE
3-4-F	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	37,88	3,86	4,02	2fi16mm	3,86	CUMPLE

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el armado estructural superior de las vigas, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Como se aprecia en los cálculos mostrados, los aceros determinados tanto superior e inferior son: 2 varillas de acero de 16 mm de diámetro, es decir, 4 varillas de 16 mm para toda la sección en todos los elementos de viga del área terraza, los cuales son suficientes para contrarrestar las cargas flectoras máximas brindadas por Etabs, siendo estas las resaltadas con amarillo, mientras que lo que puede resistir la viga es mucho mayor (4 ton/m). De la misma manera, para las vigas del área de piso 1, para las cuales fue necesario el uso de 1 varilla más de 14 mm dado que estas mostraban valores más altos de momento flector máximo, necesitando una

resistencia mayor (de 4,5 a 8,48 ton/m), que se pudo contrarrestar añadiendo 1 acero para la parte inferior.

De este análisis de diseño se puede determinar que el armado estructural cumple por lo que puede soportar las cargas y momentos inducidos sin deformarse, evitando fallas de diseño y operación para el bloque residencial.

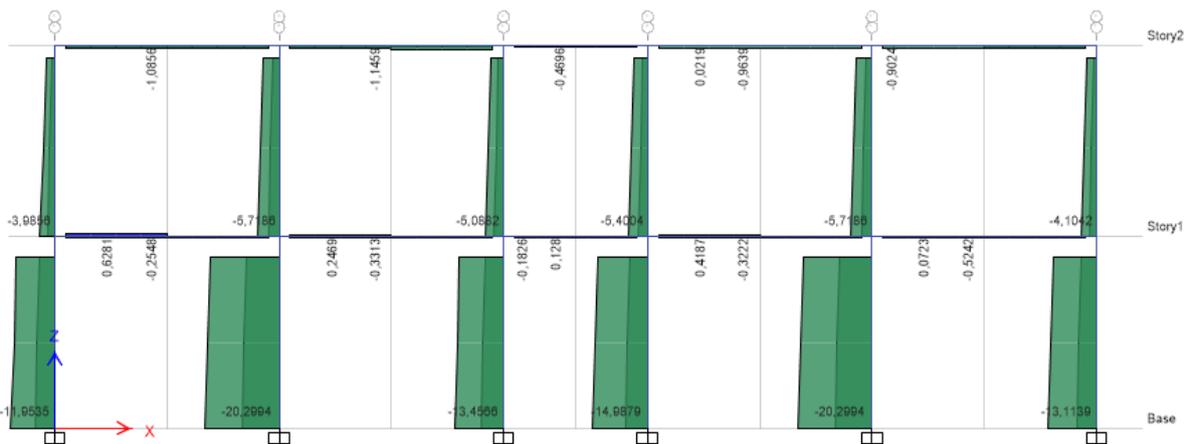
Diseño a flexión de columnas

De igual manera al diseño de viga, para la comprobación de las columnas seccionadas en este proyecto, se dividirán dichos elementos por piso, en el que se han denominado para este análisis columnas de planta baja y de planta alta. Con este diseño se determina el acero mín y requerido para que el elemento estructural alcance y garantice la resistencia estructural, además, se verifica que el momento máximo que puede resistir el elemento sea mayor al máximo momento flector.

Con el modelado realizado en Etabs, se muestra los valores generados de momento flectores máximos por columna en ambos pisos, mediante una vista lateral se tiene.

Figura 32

Diagramas de momento flectores para cada columna de ambas plantas.



Nota: Se muestra un diagrama de momentos flectores, generada por el software Etabs, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Con los valores tomados del software, se calcula el acero requerido para que las columnas soporten los momentos flectores máximos, con lo que se presenta una tabla para cada columna de planta baja y planta alta.

Figura 33

Tabla de cálculo de acero requerido para cada columna de planta baja.

Columna	b	h	db	est	rec	d	Cuantía	h/b	Pn	Mn Col	Mo	Pu	CONDICION	Armado
Planta Baja	cm	cm	cm	cm	cm	cm		> 0,4	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton	PhiPn> Pu	
A1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	11,95	Cumple	8phi20mm
B1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	20,3	Cumple	8phi20mm
C1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	13,46	Cumple	8phi20mm
D1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	14,99	Cumple	8phi20mm
E1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	20,3	Cumple	8phi20mm
F1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	13,11	Cumple	8phi20mm
A2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	20,55	Cumple	8phi20mm
B2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	37,19	Cumple	8phi20mm
C2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	26,97	Cumple	8phi20mm
D2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	27,52	Cumple	8phi20mm
E2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	37,19	Cumple	8phi20mm
F2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	21,19	Cumple	8phi20mm
A3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	20,56	Cumple	8phi20mm
B3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	37,15	Cumple	8phi20mm
C3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	31,22	Cumple	8phi20mm
D3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	31,42	Cumple	8phi20mm
E3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	37,15	Cumple	8phi20mm
F3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	21,21	Cumple	8phi20mm
A4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	13,53	Cumple	8phi20mm
B4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	21,56	Cumple	8phi20mm
C4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	18,67	Cumple	8phi20mm
D4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	18,67	Cumple	8phi20mm
E4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	21,56	Cumple	8phi20mm
F4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	13,54	Cumple	8phi20mm

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el armado estructural de la columna, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 34

Tabla de cálculo de acero requerido para cada columna de planta alta.

Columna	b	h	db	est	rec	d	Cuantía	h/b	Pn	Mn Col	Mo	Pu	CONDICION	Armado
Planta Alta	cm	cm	cm	cm	cm	cm		0,4	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton	PhiPn> Pu	
A1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	3,99	Cumple	8phi20mm
B1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	5,72	Cumple	8phi20mm
C1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	5,09	Cumple	8phi20mm
D1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	5,4	Cumple	8phi20mm
E1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	5,72	Cumple	8phi20mm
F1	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	4,1	Cumple	8phi20mm
A2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	5,78	Cumple	8phi20mm
B2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	9,21	Cumple	8phi20mm
C2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	8,13	Cumple	8phi20mm
D2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	8,16	Cumple	8phi20mm
E2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	9,21	Cumple	8phi20mm
F2	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	5,85	Cumple	8phi20mm
A3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	5,78	Cumple	8phi20mm
B3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	9,22	Cumple	8phi20mm
C3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	8,06	Cumple	8phi20mm
D3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	8,09	Cumple	8phi20mm
E3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	9,22	Cumple	8phi20mm
F3	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	5,85	Cumple	8phi20mm
A4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	4,23	Cumple	8phi20mm
B4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	6,02	Cumple	8phi20mm
C4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	5,46	Cumple	8phi20mm
D4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	5,46	Cumple	8phi20mm
E4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	6,02	Cumple	8phi20mm
F4	40	40	2	1	4	34	1,60%	Cumple	182,12	15,19	35,63	4,23	Cumple	8phi20mm

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el armado estructural de la columna, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Como se aprecia en los cálculos mostrados, el acero determinado para las columnas es: 8 varillas de acero de 20 mm de diámetro para toda la sección en todos los elementos de columnas tanto en planta baja como en planta alta, los cuales son suficientes para contrarrestar las cargas flectoras máximas brindadas por Etabs. Además, se determinó el número de 3 ramales para las columnas, con la cuantía requerida y cumpliendo las demás condiciones. De este análisis de diseño se puede determinar que el armado estructural cumple por lo que puede soportar las cargas y momentos inducidos sin deformarse, evitando fallas de diseño y operación para el bloque residencial.

3.4.2. Diseño a Cortante

Diseño a cortante en vigas

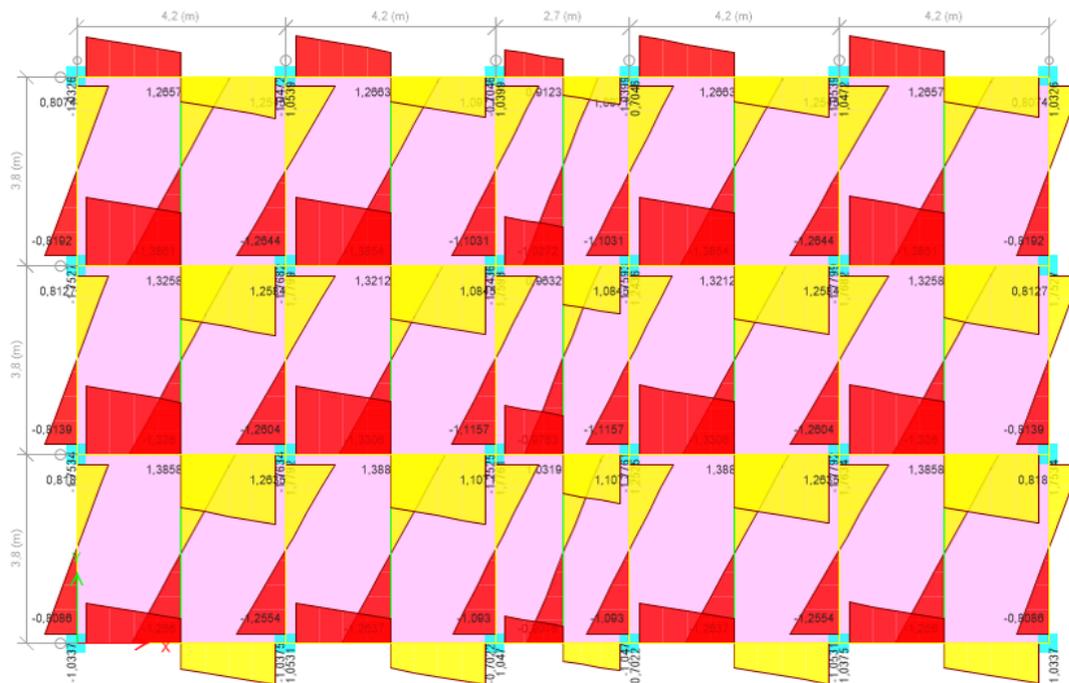
Es un proceso de diseño que garantiza que la viga sea capaz de resistir fuerzas cortantes que actúan sobre ella, sin experimentar deformaciones o fallas que pongan en riesgo su funcionalidad. En las vigas de hormigón armado, las varillas de acero colocadas transversalmente (los estribos), ayudan a resistir dichas fuerzas cortantes. Además, se determina el espaciamiento mínimo entre estribos y el diámetro de los mismos. El diseño a cortante es

fundamental para la asegurar la integridad estructural y la durabilidad de cualquier estructura sometida a fuerzas significativas.

Con ayuda del software estructural Etabs, se determina el esfuerzo cortante máximo para cada elemento, la cual es generada por las cargas impuestas, dichas fuerzas tienden a deslizar una sección transversal de la viga, lo que produce tensiones internas. A continuación, se muestran los diagramas generados por Etabs para la obtención de las fuerzas cortantes máximas tanto para la viga de terraza como para piso 1.

Figura 35

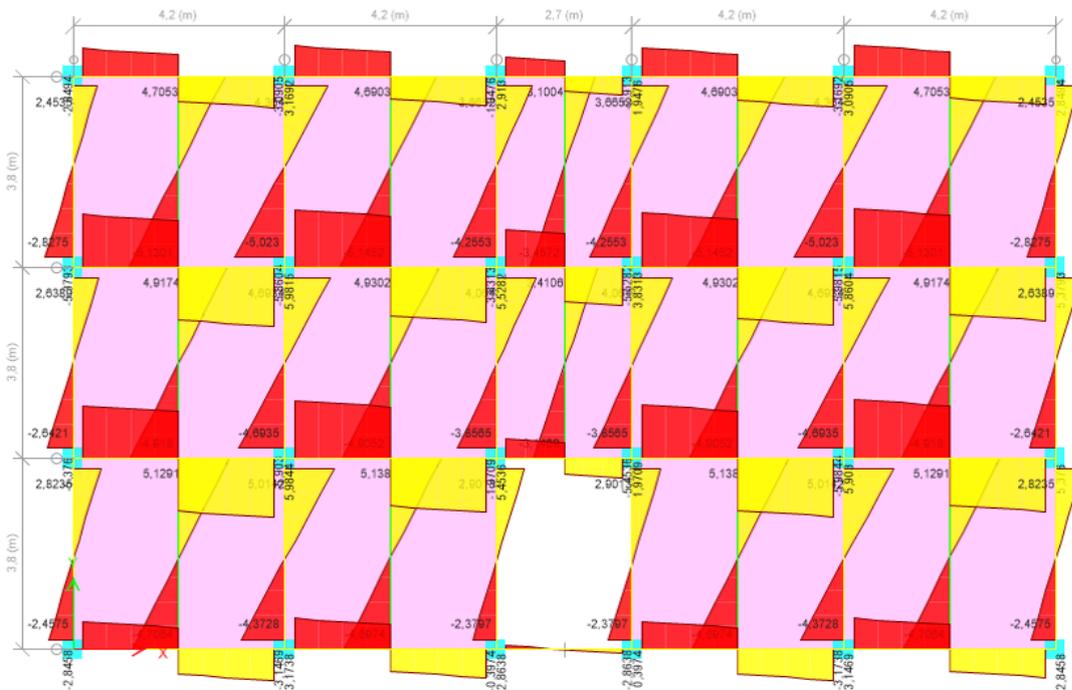
Diagramas de cortante para cada viga de terraza.



Nota: Se muestra un diagrama de cortante, generada por el software Etabs, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 36

Diagramas de cortante para cada viga de piso 1.



Nota: Se muestra un diagrama de cortante, generada por el software Etabs, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Con los valores tomados del software, se calcula el acero requerido para que las vigas soporten los esfuerzos cortantes máximos, con lo que se presenta una tabla para cada elemento de viga de terraza y piso 1.

Figura 37

Tabla de cálculo de acero requerido transversal para vigas de terraza.

VIGA	b	h	db	est	rec	d	Ln	ETABS		d estr	s demanda	Condición	2h	s ductilidad			Armado
								Vgr	T					d/2	d/4	6db	
TERRAZA	cm	cm	cm	cm	cm	cm	m	mm	mm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
A-B-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,05	10	34,09	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
B-C-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,05	10	34,17	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
C-D-1	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	0,70	10	27,96	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
D-E-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,05	10	34,17	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
E-F-1	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,05	10	34,09	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
A-B-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,78	10	491,27	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
B-C-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,78	10	499,28	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
C-D-2	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	1,25	10	24,06	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
D-E-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,78	10	499,28	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
E-F-2	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,78	10	491,27	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
A-B-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,78	10	489,50	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
B-C-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,77	10	520,91	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
C-D-3	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	1,24	10	24,11	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
D-E-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,77	10	520,91	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
E-F-3	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,78	10	489,50	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
A-B-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,05	10	34,08	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
B-C-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,05	10	34,17	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
C-D-4	30	25	1,6	1	4	19,2	2,7	0,70	10	27,94	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
D-E-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,05	10	34,17	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
E-F-4	30	25	1,6	1	4	19,2	4,2	1,05	10	34,08	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
1-2-A	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	0,82	10	34,75	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
2-3-A	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	0,81	10	34,80	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
3-4-A	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	0,82	10	34,74	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
1-2-B	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,26	10	29,88	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
2-3-B	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,26	10	29,91	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
3-4-B	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,26	10	29,87	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
1-2-C	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,11	10	31,43	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
2-3-C	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,12	10	31,34	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
3-4-C	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,10	10	31,47	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
1-2-D	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,11	10	31,43	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
2-3-D	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,12	10	31,34	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
3-4-D	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,10	10	31,47	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
1-2-E	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,26	10	29,88	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	
2-3-E	30	25	1,6	1	4	19,2	3,8	1,26	10	29,91	9	50	4,8	9,6	4,8	1phi10mm@45mm + 1phi10mm@90mm	

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el armado estructural transversal de la viga, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 38

Tabla de cálculo de acero requerido transversal para vigas de piso 1.

VIGA	ETABS										d estr	s demanda	Condición	2h	s ductilidad		Armado
	b	h	db	est	rec	d	Ln	Vgr	T	d/2					d/4	6db	
PISO 1	cm	cm	cm	cm	cm	cm	m	T	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
A-B-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	3,17	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
B-C-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	3,15	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
C-D-1	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	0,40	10	0,03	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
D-E-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	3,15	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
E-F-1	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	3,17	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
A-B-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	5,98	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
B-C-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	5,90	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
C-D-2	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	1,97	10	0,01	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
D-E-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	5,90	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
E-F-2	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	5,98	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
A-B-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	5,98	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
B-C-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	5,86	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
C-D-3	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	3,83	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
D-E-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	5,86	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
E-F-3	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	5,98	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
A-B-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	3,17	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
B-C-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	3,09	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
C-D-4	30	40	1,6	1	4	34,2	2,7	1,95	10	0,01	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
D-E-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	3,09	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
E-F-4	30	40	1,6	1	4	34,2	4,2	3,17	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
1-2-A	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	2,82	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
2-3-A	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	2,64	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
3-4-A	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	2,83	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
1-2-B	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	5,01	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
2-3-B	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	4,69	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
3-4-B	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	5,02	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
1-2-C	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	2,90	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
2-3-C	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	4,06	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
3-4-C	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	4,26	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
1-2-D	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	2,90	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
2-3-D	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	4,06	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
3-4-D	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	4,26	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
1-2-E	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	5,01	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	
2-3-E	30	40	1,6	1	4	34,2	3,8	4,69	10	0,00	17	80	8,55	9,6	8,55	1phi10mm@85mm + 1phi10mm@150mm	

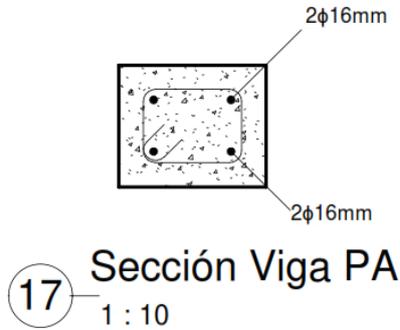
Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el armado estructural transversal de la viga, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Como se observa en los cálculos mostrados, el acero transversal determinado para las vigas es: 1 varilla de acero de 10 mm de diámetro con un espaciamiento de 45 mm y otra varilla de la misma sección con un espaciamiento de 90 mm para las vigas de terraza. De la misma manera, para las vigas de piso 1, se determinan estribos de 10 mm de diámetro con una separación de 85 mm y otra varilla cada 150 mm según lo brindado en la figura X.

Este armado estructural definido es suficiente para contrarrestar las cargas cortantes máximas brindadas por Etabs. De este análisis de diseño se puede determinar que el armado estructural cumple por lo que puede soportar las cargas y esfuerzos inducidos sin deformarse, evitando fallas de diseño y operación para el bloque residencial.

Figura 39

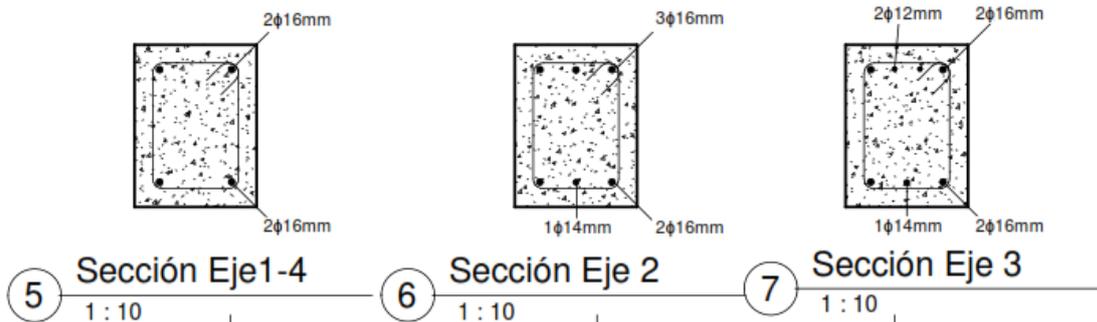
Diseño final del armado estructural para cada viga de terraza.



Nota: Se muestra el diseño estructural de las vigas de terraza, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 40

Diseño final del armado estructural para cada viga de piso 1.



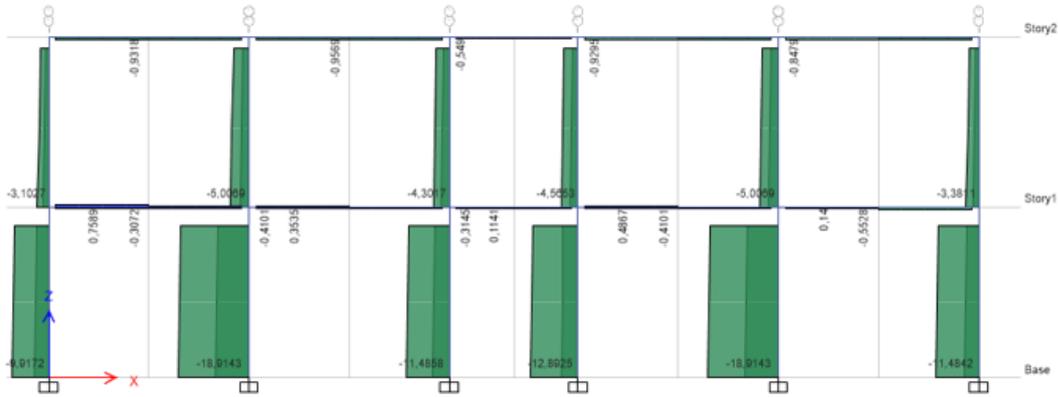
Nota: Se muestra el diseño estructural de las vigas de piso 1, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Diseño a cortante para columnas

De igual manera al diseño de viga, para la comprobación de las columnas seccionadas en este proyecto, se dividirán dichos elementos por piso, en el que se han denominado para este análisis columnas de planta baja y de planta alta. Con este diseño se determina el acero transversal mín y requerido para que el elemento estructural alcance y garantice la resistencia estructural según los esfuerzos cortantes máximos. Con el modelado realizado en Etabs, se muestra los valores generados de esfuerzos cortantes máximos por columna en ambos pisos, mediante una vista lateral se tiene.

Figura 41

Diagramas de esfuerzos cortantes para cada columna de ambas plantas.



Nota: Se muestra un diagrama de esfuerzos cortantes, generada por el software Etabs, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 42

Tabla de cálculo de acero requerido transversal para las columnas de planta baja.

Columna	ETABS												Armado
	b	h	db	est	rec	d	Pu	Ramales	A col	S	Av		
Planta Baja	cm	cm	cm	cm	cm	cm	Ton		cm ²	cm	cm ²		
A1	40	40	2	1	4	34	11,95	3	2,36	12,00	2,49	3phi 10mm@100mm	
B1	40	40	2	1	4	34	20,30	3	2,36	12,00	2,41	3phi 10mm@100mm	
C1	40	40	2	1	4	34	13,46	3	2,36	12,00	2,49	3phi 10mm@100mm	
D1	40	40	2	1	4	34	14,99	3	2,36	12,00	2,49	3phi 10mm@100mm	
E1	40	40	2	1	4	34	20,30	3	2,36	12,00	2,41	3phi 10mm@100mm	
F1	40	40	2	1	4	34	13,11	3	2,36	12,00	2,49	3phi 10mm@100mm	
A2	40	40	2	1	4	34	20,55	3	2,36	12,00	2,41	3phi 10mm@100mm	
B2	40	40	2	1	4	34	37,19	3	2,36	12,00	2,35	3phi 10mm@100mm	
C2	40	40	2	1	4	34	26,97	3	2,36	12,00	2,39	3phi 10mm@100mm	
D2	40	40	2	1	4	34	27,52	3	2,36	12,00	2,39	3phi 10mm@100mm	
E2	40	40	2	1	4	34	37,19	3	2,36	12,00	2,35	3phi 10mm@100mm	
F2	40	40	2	1	4	34	21,19	3	2,36	12,00	2,41	3phi 10mm@100mm	
A3	40	40	2	1	4	34	20,56	3	2,36	12,00	2,41	3phi 10mm@100mm	
B3	40	40	2	1	4	34	37,15	3	2,36	12,00	2,35	3phi 10mm@100mm	
C3	40	40	2	1	4	34	31,22	3	2,36	12,00	2,37	3phi 10mm@100mm	
D3	40	40	2	1	4	34	31,42	3	2,36	12,00	2,37	3phi 10mm@100mm	
E3	40	40	2	1	4	34	37,15	3	2,36	12,00	2,35	3phi 10mm@100mm	
F3	40	40	2	1	4	34	21,21	3	2,36	12,00	2,41	3phi 10mm@100mm	
A4	40	40	2	1	4	34	13,53	3	2,36	12,00	2,49	3phi 10mm@100mm	
B4	40	40	2	1	4	34	21,56	3	2,36	12,00	2,41	3phi 10mm@100mm	
C4	40	40	2	1	4	34	18,67	3	2,36	12,00	2,42	3phi 10mm@100mm	
D4	40	40	2	1	4	34	18,67	3	2,36	12,00	2,42	3phi 10mm@100mm	
E4	40	40	2	1	4	34	21,56	3	2,36	12,00	2,41	3phi 10mm@100mm	
F4	40	40	2	1	4	34	13,54	3	2,36	12,00	2,49	3phi 10mm@100mm	

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el armado estructural transversal de las columnas, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 43

Tabla de cálculo de acero requerido transversal para las columnas de planta alta.

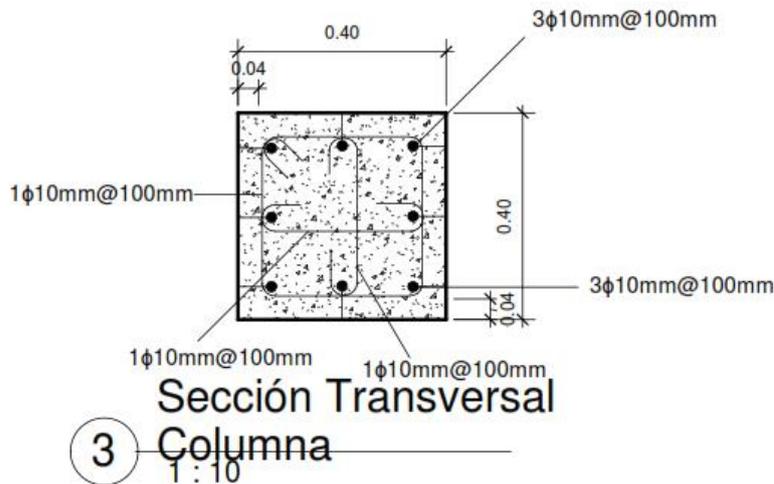
ETABS												
Columna	b	h	db	est	rec	d	Pu	Ramales	A col	S	Av	Armado
Planta Alta	cm	cm	cm	cm	cm	cm	Ton		cm ²	cm	cm ²	
A1	40	40	2	1	4	34	3,99	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
B1	40	40	2	1	4	34	5,72	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
C1	40	40	2	1	4	34	5,09	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
D1	40	40	2	1	4	34	5,40	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
E1	40	40	2	1	4	34	5,72	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
F1	40	40	2	1	4	34	4,10	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
A2	40	40	2	1	4	34	5,78	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
B2	40	40	2	1	4	34	9,21	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
C2	40	40	2	1	4	34	8,13	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
D2	40	40	2	1	4	34	8,16	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
E2	40	40	2	1	4	34	9,21	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
F2	40	40	2	1	4	34	5,85	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
A3	40	40	2	1	4	34	5,78	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
B3	40	40	2	1	4	34	9,22	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
C3	40	40	2	1	4	34	8,06	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
D3	40	40	2	1	4	34	8,09	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
E3	40	40	2	1	4	34	9,22	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
F3	40	40	2	1	4	34	5,85	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
A4	40	40	2	1	4	34	4,23	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
B4	40	40	2	1	4	34	6,02	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
C4	40	40	2	1	4	34	5,46	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
D4	40	40	2	1	4	34	5,46	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
E4	40	40	2	1	4	34	6,02	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm
F4	40	40	2	1	4	34	4,23	3	2,36	12,00	2,38	3phi 10mm@100mm

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el armado estructural transversal de las columnas, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Como se observa en los cálculos mostrados, el acero transversal determinado para las columnas es: 3 varillas de acero de 10 mm de diámetro con un espaciamiento de 100 mm para todas las secciones de planta baja y planta alta según lo brindado en la figura 43. Este armado estructural definido es suficiente para contrarrestar las cargas cortantes máximas brindadas por Etabs. De este análisis de diseño se puede determinar que el armado estructural cumple por lo que puede soportar las cargas y esfuerzos inducidos sin deformarse, evitando fallas de diseño y operación para el bloque residencial.

Figura 44

Diseño final del armado estructural para cada columna de planta alta y planta baja.



Nota: Se muestra el diseño estructural de la columna, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

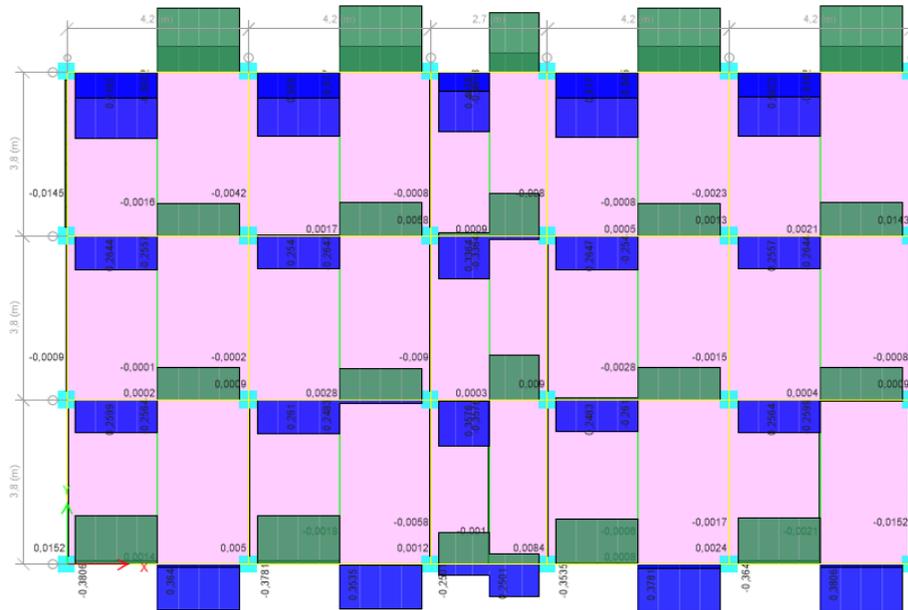
3.4.3. Diseño a Torsión

Es un proceso de diseño que garantiza que la viga sea capaz de resistir fuerzas de torsión que actúan sobre ella, sin experimentar deformaciones o fallas que pongan en riesgo su funcionalidad. La torsión en una viga ocurre cuando un conjunto de fuerzas genera un momento de rotación alrededor del eje longitudinal. Este fenómeno se presenta de manera frecuente en estructuras con elementos asimétricos, voladizos o sistemas estructurales complejos donde las cargas no están distribuidas de manera uniforme.

Con ayuda del software estructural Etabs, se determina las fuerzas torsionales máximas para cada elemento, la cual es generada por las cargas impuestas. A continuación, se muestran los diagramas generados por Etabs para la obtención de las fuerzas de torsión tanto para la viga de terraza como para piso 1 del edificio residencial.

Figura 45

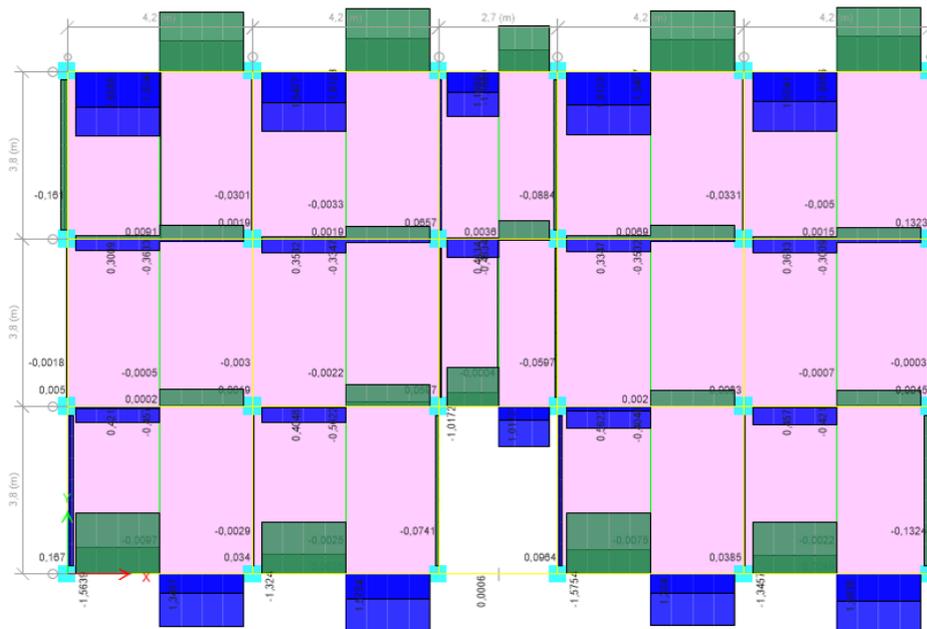
Diagramas de torsión para cada viga de terraza.



Nota: Se muestra un diagrama de torsión, generada por el software Etabs, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 46

Diagramas de torsión para cada viga de piso 1.



Nota: Se muestra un diagrama de torsión, generada por el software Etabs, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 47

Tabla de cálculo de diseño a torsión para las vigas de terraza.

VIGA	b	h	db	As col	est	Aest	rec	d	TORSION		Requerimiento	Cuántia de torsión	Cuántia de Cortante	Condición
									Acp	Tu		At/s	Av/s	
TERRAZA	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm	cm	cm ²	Ton-m		cm ² /cm	cm ² /cm	
A-B-1	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,38	Diseño	0,025	0,174	No requiere AT
B-C-1	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,38	Diseño	0,025	0,174	No requiere AT
C-D-1	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,25	Diseño	0,017	0,174	No requiere AT
D-E-1	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,38	Diseño	0,025	0,174	No requiere AT
E-F-1	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,38	Diseño	0,025	0,174	No requiere AT
A-B-2	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,26	Diseño	0,017	0,174	No requiere AT
B-C-2	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,26	Diseño	0,017	0,174	No requiere AT
C-D-2	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,36	Diseño	0,024	0,174	No requiere AT
D-E-2	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,26	Diseño	0,017	0,174	No requiere AT
E-F-2	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,26	Diseño	0,017	0,174	No requiere AT
A-B-3	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,26	Diseño	0,018	0,174	No requiere AT
B-C-3	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,26	Diseño	0,018	0,174	No requiere AT
C-D-3	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,34	Diseño	0,022	0,174	No requiere AT
D-E-3	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,26	Diseño	0,018	0,174	No requiere AT
E-F-3	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,26	Diseño	0,018	0,174	No requiere AT
A-B-4	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,52	Diseño	0,035	0,174	No requiere AT
B-C-4	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,52	Diseño	0,035	0,174	No requiere AT
C-D-4	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,47	Diseño	0,031	0,174	No requiere AT
D-E-4	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,52	Diseño	0,035	0,174	No requiere AT
E-F-4	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,52	Diseño	0,035	0,174	No requiere AT
1-2-A	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,02	No requiere diseño	0,001	0,174	No requiere AT
2-3-A	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,00	No requiere diseño	0,000	0,174	No requiere AT
3-4-A	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,01	No requiere diseño	0,001	0,174	No requiere AT
1-2-B	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,01	No requiere diseño	0,000	0,174	No requiere AT
2-3-B	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,00	No requiere diseño	0,000	0,174	No requiere AT
3-4-B	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,00	No requiere diseño	0,000	0,174	No requiere AT
1-2-C	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,01	No requiere diseño	0,000	0,174	No requiere AT
2-3-C	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,01	No requiere diseño	0,001	0,174	No requiere AT
3-4-C	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,01	No requiere diseño	0,000	0,174	No requiere AT
1-2-D	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,01	No requiere diseño	0,001	0,174	No requiere AT
2-3-D	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,01	No requiere diseño	0,001	0,174	No requiere AT
3-4-D	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,01	No requiere diseño	0,001	0,174	No requiere AT
1-2-E	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,00	No requiere diseño	0,000	0,174	No requiere AT
2-3-E	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,00	No requiere diseño	0,000	0,174	No requiere AT
3-4-E	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,00	No requiere diseño	0,000	0,174	No requiere AT
1-2-F	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,02	No requiere diseño	0,001	0,174	No requiere AT
2-3-F	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,00	No requiere diseño	0,000	0,174	No requiere AT
3-4-F	30	25	1,6	19,20	1	1,57	4	19,2	750	0,01	No requiere diseño	0,001	0,174	No requiere AT

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el diseño a torsión de las vigas, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 48

Tabla de cálculo de diseño a torsión para las vigas de piso 1.

VIGA	b	h	db	As col	est	Aest	rec	d	TORSION		Requerimiento	Cuantía de torsión		Condición
									Acp	Tu		At/s	Av/s	
PISO 1	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm	cm	cm ²	Ton-m		cm ² /cm	cm ² /cm	
A-B-1	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	1,56	Diseñar	0,049	0,092	No requiere At
B-C-1	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	1,58	Diseñar	0,050	0,092	No requiere At
C-D-1	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,00	No requiere diseño	0,000	0,092	No requiere At
D-E-1	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	1,58	Diseñar	0,050	0,092	No requiere At
E-F-1	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	1,56	Diseñar	0,049	0,092	No requiere At
A-B-2	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,46	Diseñar	0,014	0,092	No requiere At
B-C-2	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,56	Diseñar	0,018	0,092	No requiere At
C-D-2	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	1,02	Diseñar	0,032	0,092	No requiere At
D-E-2	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,56	Diseñar	0,018	0,092	No requiere At
E-F-2	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,46	Diseñar	0,014	0,092	No requiere At
A-B-3	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,36	Diseñar	0,011	0,092	No requiere At
B-C-3	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,35	Diseñar	0,011	0,092	No requiere At
C-D-3	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,46	Diseñar	0,015	0,092	No requiere At
D-E-3	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,35	Diseñar	0,011	0,092	No requiere At
E-F-3	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,36	Diseñar	0,011	0,092	No requiere At
A-B-4	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	1,66	Diseñar	0,052	0,092	No requiere At
B-C-4	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	1,61	Diseñar	0,051	0,092	No requiere At
C-D-4	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	1,17	Diseñar	0,037	0,092	No requiere At
D-E-4	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	1,61	Diseñar	0,051	0,092	No requiere At
E-F-4	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	1,66	Diseñar	0,052	0,092	No requiere At
1-2-A	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,17	Diseñar	0,005	0,092	No requiere At
2-3-A	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,01	No requiere diseño	0,000	0,092	No requiere At
3-4-A	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,16	Diseñar	0,005	0,092	No requiere At
1-2-B	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,03	No requiere diseño	0,001	0,092	No requiere At
2-3-B	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,00	No requiere diseño	0,000	0,092	No requiere At
3-4-B	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,03	No requiere diseño	0,001	0,092	No requiere At
1-2-C	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,07	No requiere diseño	0,002	0,092	No requiere At
2-3-C	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,04	No requiere diseño	0,001	0,092	No requiere At
3-4-C	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,07	No requiere diseño	0,002	0,092	No requiere At
1-2-D	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,10	No requiere diseño	0,003	0,092	No requiere At
2-3-D	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,06	No requiere diseño	0,002	0,092	No requiere At
3-4-D	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,09	No requiere diseño	0,003	0,092	No requiere At
1-2-E	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,04	No requiere diseño	0,001	0,092	No requiere At
2-3-E	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,01	No requiere diseño	0,000	0,092	No requiere At
3-4-E	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,03	No requiere diseño	0,001	0,092	No requiere At
1-2-F	30	40	1,6	19,20	1	1,57	4	34,2	1200	0,13	Diseñar	0,004	0,092	No requiere At
2-3-F	30	40	1,6	0,00	1	1,57	4	34,2	1200	0,00	No requiere diseño	0,000	0,092	No requiere At
3-4-F	30	40	1,6	0,00	1	1,57	4	34,2	1200	0,13	Diseñar	0,004	0,092	No requiere At

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el diseño a torsión de las vigas, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Como se puede apreciar en los cálculos, no es necesario tener en cuenta requerimientos especiales por cuestión de fuerzas torsionales, dado que la cuantía de diseño es suficiente para contrarrestar estas fuerzas; con esto, se puede deducir que el diseño cumple con los diseños estructurales fundamentales que garanticen una vida útil larga y eficiente de la edificación residencial.

3.4.4. Comprobación Columna fuerte – Viga débil

Es un principio de diseño sismorresistente de las estructuras de hormigón armado y metálicas, consiste en garantizar que, durante un evento sísmico, las columnas de una edificación permanezcan intactas o con daño mínimo mientras que las vigas sean las que absorban toda la energía generada por el sismo. Con esto, lo que se espera es evitar el colapso progresivo, dado que, si las columnas fallan primero, es más probable que se produzca un colapso total del edificio, afectando la seguridad de los habitantes.

Figura 49

Tabla de cálculo de comprobación columna fuerte-viga débil.

PISO 1	EJE X			EJE Y			CRITERIO	Mn Vig1	Mn Vig2	Mn Vig Total	CRITERIO	Mn Vig1	Mn Vig2	Mn Vig Total	CRITERIO
	Mn Col 1	Mn Col 2	Mn Col total	Mn Vig1	Mn Vig2	Mn Vig Total									
Columna	Ton-m	Ton-m	Ton-m	VIGA	Ton-m	VIGA	Ton-m	Total >1,2Mn Vig Total	VIGA	VIGA	VIGA	VIGA	VIGA	VIGA	Mn Col Total >1,2Mn Vig Total
A-1	15,19	15,19	30,37	A-B-1	7,67		0	7,67	Cumple	1-2-A	7,61		0	7,61	Cumple
B-1	15,19	15,19	30,37	A-B-1	7,67	B-C-1	7,61	15,29	Cumple	1-2-B	7,67		0	7,67	Cumple
C-1	15,19	15,19	30,37	B-C-1	7,61	C-D-1	7,61	15,22	Cumple	1-2-C	7,61		0	7,61	Cumple
D-1	15,19	15,19	30,37	C-D-1	7,61	D-E-1	7,67	15,29	Cumple	1-2-D	7,61		0	7,61	Cumple
E-1	15,19	15,19	30,37	D-E-1	7,67	E-F-1	7,67	15,35	Cumple	1-2-E	7,67		0	7,67	Cumple
F-1	15,19	15,19	30,37	E-F-1	7,67		0	7,67	Cumple	1-2-F	7,61		0	7,61	Cumple
A-2	15,19	15,19	30,37	A-B-2	10,05		0	10,05	Cumple	1-2-A	7,61	2-3-A	7,61	15,22	Cumple
B-2	15,19	15,19	30,37	A-B-2	10,05	B-C-2	10,09	20,14	Cumple	1-2-B	7,67	2-3-B	7,67	15,35	Cumple
C-2	15,19	15,19	30,37	B-C-2	10,09	C-D-2	7,67	17,76	Cumple	1-2-C	7,61	2-3-C	7,67	15,29	Cumple
D-2	15,19	15,19	30,37	C-D-2	7,67	D-E-2	10,05	17,73	Cumple	1-2-D	7,61	2-3-D	7,67	15,29	Cumple
E-2	15,19	15,19	30,37	D-E-2	10,05	E-F-2	10,09	20,14	Cumple	1-2-E	7,67	2-3-E	7,67	15,35	Cumple
F-2	15,19	15,19	30,37	E-F-2	10,09		0	10,09	Cumple	1-2-F	7,61	2-3-F	7,61	15,22	Cumple
A-3	15,19	15,19	30,37	A-B-3	10,05		0	10,05	Cumple	2-3-A	7,61	3-4-A	7,61	15,22	Cumple
B-3	15,19	15,19	30,37	A-B-3	10,05	B-C-3	10,09	20,13	Cumple	2-3-B	7,67	3-4-B	7,61	15,29	Cumple
C-3	15,19	15,19	30,37	B-C-3	10,09	C-D-3	7,70	17,79	Cumple	2-3-C	7,67	3-4-C	7,61	15,29	Cumple
D-3	15,19	15,19	30,37	C-D-3	7,70	D-E-3	10,05	17,75	Cumple	2-3-D	7,67	3-4-D	7,61	15,29	Cumple
E-3	15,19	15,19	30,37	D-E-3	10,05	E-F-3	10,09	20,14	Cumple	2-3-E	7,67	3-4-E	7,61	15,29	Cumple
F-3	15,19	15,19	30,37	E-F-3	10,09		0	10,09	Cumple	2-3-F	7,61	3-4-F	7,61	15,22	Cumple
A-4	15,19	15,19	30,37	A-B-4	7,67		0	7,67	Cumple	3-4-A	7,61		0	7,61	Cumple
B-4	15,19	15,19	30,37	A-B-4	7,67	B-C-4	7,61	15,29	Cumple	3-4-B	7,61		0	7,61	Cumple
C-4	15,19	15,19	30,37	B-C-4	7,61	C-D-4	7,61	15,22	Cumple	3-4-C	7,61		0	7,61	Cumple
D-4	15,19	15,19	30,37	C-D-4	7,61	D-E-4	7,67	15,29	Cumple	3-4-D	7,61		0	7,61	Cumple
E-4	15,19	15,19	30,37	D-E-4	7,67	E-F-4	0	7,67	Cumple	3-4-E	7,61		0	7,61	Cumple
F-4	15,19	15,19	30,37	E-F-4	7,67		0	7,67	Cumple	3-4-F	7,61		0	7,61	Cumple

Nota: Se muestra una tabla de cálculo para el requerimiento columna fuerte-viga débil, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Según los datos mostrados, la comprobación cumple al comparar las capacidades resistentes de las vigas con las columnas. Por lo que se garantiza que son las vigas las cuales absorberán la mayor parte de la energía sísmica dejando a las columnas intactas, de manera que se evite el colapso y resguarde la seguridad de los agentes policiales que residen en el edificio.

3.5. Diseño de Cimentación

Una vez diseñado la superestructura, utilizando las cargas determinadas que se transmitirán al suelo, se realiza el diseño de la cimentación. Para este proyecto integrador, se toma a consideración realizar zapatas aisladas, dado que es un edificio de 2 niveles, de uso residencial, por lo que no impondrá cargas excesivas al suelo para considerar pilotes, además de realizar un diseño que reduzca costos innecesarios.

Para empezar con el diseño, se consideran parámetros de diseño importantes dentro de los cálculos para una columna interior.

Figura 50

Consideraciones de diseño para cimentación.

Parámetros de diseño		
Esfuerzo admisible	15	t/m ²
f'c	21	Mpa
e (Columna)	0,4	m
f (Columna)	0,4	m
d	0,340	m
Recubrimiento	0,075	m
Posición columna	Interior	
S/C	0,432	t/m ²
Relleno (Sup-Borde superior)	0,5	m
Densidad del Relleno	1,8	t/m ³

Nota: Se muestran los parámetros de diseño para los plintos, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Luego de esto, se determinan las cargas impuestas que recibirán las zapatas aisladas sean carga muerta, viva y sísmica. Para esto, se requiere el uso del software Etabs, el cual brinda los valores requeridos para las columnas a analizar.

Figura 51

Cargas de diseño para cimentación.

Cargas de diseño	Carga muerta	Carga viva	Envolvente Sx,Sy
			Carga sísmica
P (t)	31,29	14,93	2,42
Mx (t.m)	0,24	0,06	5,84
My (t.m)	0,69	0,14	5,93

Nota: Se muestran las cargas impuestas según el diseño estructural, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

El diseño se lo realiza a partir de las combinaciones de carga tanto para servicio como para diseño, se muestra a continuación las combinaciones:

Figura 52

Combinaciones de cargas de servicio y diseño para cimentación.

Servicio		Diseño	
D+L (Ton)	D+L+S (Ton)	1,2D+1,6L (Ton)	1,2D+1L+1S (Ton)
46,22	48,64	61,43	54,89
0,30	6,14	0,38	6,19
0,83	6,75	1,05	6,89

Nota: Se muestran las combinaciones de cargas utilizadas en el diseño, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Una vez determinado los valores y parámetros principales, se realiza un prediseño, el cual dependerá de la capacidad admisible del suelo y la carga impuesta de la superestructura. Las dimensiones presentadas son:

Figura 53

Prediseño para cimentación.

Predimensionamiento		
Área Necesaria	4,38	m ²
B=L Necesario	2,09	m ²
B	2,20	m
L	2,20	m
Área Colocada (m ²)	4,84	Ok predimensionamiento

Nota: Se muestran las secciones propuestas en el prediseño, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Como en todo diseño, es necesario realizar las comprobaciones necesarias para determinar si nuestro prediseño cumple con las demandas, caso contrario, se deberá rediseñar. Las comprobaciones mostradas son para los esfuerzos del sueño, cortes unidireccional y bidireccional (punzonamiento), y la revisión de aplastamiento.

Figura 54

Comprobación de esfuerzos del suelo según el prediseño.

Comprobación de esfuerzos del suelo (t/m ²)				
Esfuerzos	D+L		D+L+S	
Esf B1	11,29	CUMPLE	8,45	CUMPLE
Esf B2	12,22	CUMPLE	16,06	CUMPLE
Esf L1	11,58	CUMPLE	8,79	CUMPLE
Esf L2	11,92	CUMPLE	15,71	CUMPLE

Figura 55

Comprobación de corte unidireccional según el prediseño.

Corte unidireccional		
Demanda	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S
Esf B1	12,97	8,33
Esf B2	14,15	16,10
Esf L1	13,35	8,73
Esf L2	13,78	15,70
y B	13,85	14,12
Vu B (t)	17,25	18,61
Vc B (t)	43,70	43,70
Cumplimiento de corte en B	CUMPLE	CUMPLE
y L	13,67	13,92
Vu L (t)	16,91	18,25
Vc L (t)	43,70	43,70
Cumplimiento de corte en L	CUMPLE	CUMPLE

Figura 56

Comprobación de corte bidireccional y revisión por aplastamiento según el prediseño.

Corte bidireccional (punzonamiento)		
Demanda	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S
Esf prom B	13,56	12,21
Esf prom L	13,56	12,21
Vu B (t)	54,01	48,21
Vu L (t)	54,01	48,21
Vc (t)	58,74	
Cumplimiento de corte	CUMPLE	CUMPLE

Revisión de aplastamiento	
Coefficiente	2
Resistencia de plinto	23,21
Resistencia de columna	11,60
Cumple aplastamiento	CUMPLE

Con las comprobaciones realizadas, se observa que el prediseño propuesto cumple para todos los criterios de diseño, por lo que se puede inferir que las secciones propuestas fueron adecuadas para su correcto funcionamiento. Ahora se requiere realizar el diseño del armado estructural que tendrán las zapatas aisladas.

Diseño a flexión de la cimentación

Al igual que los demás elementos estructurales de hormigón armado, es necesario realizar un diseño a flexión que brinde el acero requerido para evitar fallas por las cargas que soporta la zapata. Se realiza y se detalla a continuación el armado estructural para este diseño.

Figura 57

Diseño a flexión de las zapatas.

DISEÑO A FLEXION							
1,2D+1,6L				1,2D+1L+1S			
y B (Paralelo a B)	13,67	Y L (Paralelo a L)	13,60	y B (Paralelo a B)	12,92	Y L (Paralelo a L)	12,85
Mu B (t.m)	12,47	Mu L (t.m)	12,23	Mu B (t.m)	13,40	Mu L (t.m)	13,14
d Nece (cm)	13,78	d Nece (cm)	13,65	d Nece (cm)	14,29	d Nece (cm)	14,15
Cumple d ?	Cumple Peralte						
At B (cm ²)	11,00	At L (cm ²)	10,79	At B (cm ²)	11,82	At L (cm ²)	11,60
Diámetro de varilla (mm)	10						
Cantidad de varillas	14	Cantidad de varillas	14	Cantidad de varillas	15	Cantidad de varillas	15
Separación de varillas (cm)	16	Separación de varillas (cm)	16	Separación de varillas (cm)	15	Separación de varillas (cm)	15
No requiere patas		No requiere patas		No requiere patas		No requiere patas	

Nota: Se muestran los cálculos para determinar el acero estructural de la cimentación, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

En resumen, según el diseño a flexión de las zapatas, es necesario para el eje X: 14 varillas de acero de 10 mm de diámetro con una separación de 16 cm entre varillas. De la misma manera para el eje Y, el cual requiere: 15 varillas de 14 mm de diámetro con una separación de 15 cm entre varillas. Se muestra una tabla de resumen de los datos mencionados para mejor comprensión, así como también el detalle de las zapatas para las columnas centrales, perimetrales y esquineras.

Figura 58

Diseño del armado estructural de las zapatas para columnas esquineras.

Resumen	
B (m)	1,50
L (m)	1,50
H (m)	0,395
Varillas Eje X	
Diámetro de varilla (mm)	10
Cantidad de varillas	5
Separación de varillas (cm)	37
Requiere patas	
Varillas Eje Y	
Diámetro de varilla (mm)	10
Cantidad de varillas	5
Separación de varillas (cm)	37
Requiere patas	

Nota: Se muestra el acero estructural de la cimentación para una columna esquinera, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 59

Diseño del armado estructural de las zapatas para columnas perimetrales.

Resumen	
B (m)	2,00
L (m)	2,00
H (m)	0,445
Varillas Eje X	
Diámetro de varilla (mm)	10
Cantidad de varillas	10
Separación de varillas (cm)	20
No requiere patas	
Varillas Eje Y	
Diámetro de varilla (mm)	10
Cantidad de varillas	10
Separación de varillas (cm)	20
No requiere patas	

Nota: Se muestra el acero estructural de la cimentación para una columna perimetral, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 60

Diseño del armado estructural de las zapatas para columnas centrales.

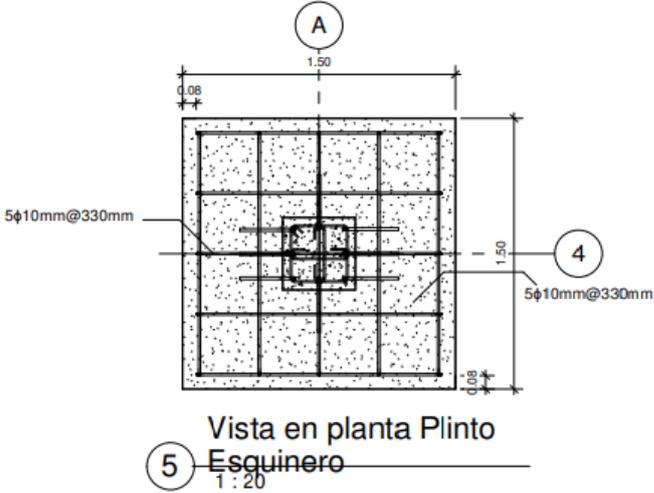
Resumen	
B (m)	2,20
L (m)	2,20
H (m)	0,415
Varillas Eje X	
Diámetro de varilla (mm)	10
Cantidad de varillas	15
Separación de varillas (cm)	15
No requiere patas	
Varillas Eje Y	
Diámetro de varilla (mm)	10
Cantidad de varillas	15
Separación de varillas (cm)	15
No requiere patas	

Nota: Se muestra el acero estructural de la cimentación para una columna central, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Así, se muestra un detalle estructural de una zapata perimetral con su armado, esto, como referencia al diseño final realizado. Los planos estructurales finales se presentan en la sección de anexos.

Figura 61

Diseño final del armado estructural para la cimentación.



Nota: Se muestra el diseño estructural de la zapata esquinera, creada por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

3.6.Especificaciones Técnicas

Normativas y códigos vigentes utilizados

El diseño estructural de la estructura y cimentación de hormigón armado está guiado por las indicaciones de las normativas y códigos vigentes de construcción, asegurando que se cumplan con todos los requerimientos del proyecto.

- NEC-SE-CG
- NEC-SE-DS
- NEC-SE-HM
- NEC-HS-AU
- NEC-15

Estructuras Temporales

Oficina temporal

Descripción y Método

En este rubro se incluye la provisión de espacios destinados al almacenamiento de materiales y al personal obrero involucrado en la ejecución de la obra. Para satisfacer las necesidades logísticas del proyecto, se construirán instalaciones provisionales como oficinas utilizando estructuras de madera.

Equipo y Materiales

Con respecto a la construcción de estas instalaciones temporales, se utilizan materiales como cuarterones, tiras de madera, tablas, caña rolliza picada, clavos de 2 a 8 pulgadas, bisagras, tornillos, picaportes, argollas, candados, alambre galvanizado #18, láminas de zinc, entre otros elementos necesarios.

Medición y Pago

El rubro será medido por unidad terminada, ya sea bodega o oficina. El pago se efectuará tras la correspondiente inspección y aprobación.

Acometida de AAPP provisional

Descripción y Método

El siguiente rubro comprende la provisión de un sistema temporal de abastecimiento de agua potable para satisfacer las necesidades de la oficina y actividades de construcción. Este sistema conectará la toma de agua provisional con la fuente existente en la edificación previamente construida en el área del proyecto.

Materiales

Los materiales requeridos incluyen tubos de PVC roscable de ½", un tanque plástico de 1 m³, codos galvanizados de ½", entre otros componentes necesarios para garantizar el suministro de agua potable.

Medición y Pago

La medición se realizará considerando las unidades individuales (u) de accesorios y materiales empleados en la instalación. El consumo de agua potable se calculará en base a los metros cúbicos utilizados para las operaciones de oficina y construcción.

Acometida Eléctrica Provisional

Descripción y Método

Este rubro comprende la instalación de un sistema temporal de suministro eléctrico diseñado para cubrir las necesidades energéticas de la oficina y las actividades de construcción. La conexión se realizará desde una fuente de energía existente en el terreno del proyecto hasta los puntos de consumo establecidos.

Materiales

El sistema incluirá un breaker general, medidor de energía, caja de breaker, puntos de iluminación, tomacorrientes, y demás componentes necesarios para garantizar el suministro eléctrico temporal.

Medición y Pago

Los materiales utilizados para la instalación eléctrica se medirán en unidades individuales (u), según los accesorios y elementos empleados. El consumo de energía eléctrica se cuantificará en kilovatios-hora (kWh), considerando las necesidades de operación en oficina y obra.

Preparativo del Terreno

Trazado y Replanteo

Descripción y Método

Este rubro implica la demarcación precisa de las áreas y ejes del proyecto, conforme a los planos técnicos. Se identificará cada sección y eje estructural en su ubicación exacta. Para garantizar la precisión, se utilizarán equipos especializados que permitan delimitar con exactitud las zonas correspondientes al proyecto.

Materiales y Equipos

- Instrumentos principales: Estación total para radiación de puntos y marcaje de ejes.

- Materiales auxiliares: Cuartones, tiras, piola, clavos, estacas, y cal para la delimitación.
- Herramientas menores: Martillo, sierra, combo.
- Equipo de protección personal: Botas con punta de acero, cascos, gafas protectoras, guantes, y chalecos reflectivos para garantizar la seguridad del personal.

Medición y Pago

La actividad se medirá en metros cuadrados (m²) de trazado completado. El pago será proporcional al avance registrado, sujeto a aprobación técnica.

Subestructura de Hormigón Armado, Cimentación

Excavación y Compactación del Terreno

Descripción y Método

Este rubro hace referencia a la excavación en el terreno delimitado, con la profundidad especificada según el diseño para la construcción de la cimentación, con su respectiva compactación. Los desechos generados en el terreno serán transportados al depósito autorizado de materiales de desecho más cercano a la obra. Para este proceso, será necesario disponer de maquinaria adecuada y medios de transporte para el retiro eficiente del material.

Equipos y Materiales

Para llevar a cabo las actividades de excavación y desalojo de material, será necesario emplear retroexcavadoras, volquetas, palas, baldes, sacos, entre otros equipos y herramientas. Adicionalmente, se requerirá una compactadora manual para cumplir con las especificaciones de normativa, así como también, personal capacitado para operar maquinaria y equipos especializados.

En caso de ser necesario, se utilizarán equipos topográficos y maquinaria adicional para realizar mediciones precisas de los niveles correspondientes a excavación para cimentación.

Medición y Pago

La excavación y retiro del material se cuantifica en metros cúbicos (m³), y dichas cantidades deben corresponder a lo especificado en los planos para preparación del terreno y cimentación. Los precios y pagos hacia el personal se calcularán con base en el volumen de material trabajado en obra. Este rubro incluye los costos asociados a mano de obra, herramientas menores, materiales y el equipo necesario para la ejecución de la operación.

Si se requiere el uso de equipo especializado no previsto en el análisis de precios unitarios, será necesario informar al fiscalizador de la obra sobre el equipo y el personal adicional necesario para atender el caso.

Acero de Refuerzo Cimentación $f_y = 4200 \frac{Kg}{cm^2}$

Descripción y Método

El proceso de colocación del acero de refuerzo en la cimentación seguirá las especificaciones de los planos estructurales, utilizando refuerzos longitudinales y estribos del mismo acero, con una resistencia a la fluencia de $4200 \frac{Kg}{cm^2}$.

El acero debe estar limpio y libre de impurezas como óxido, pintura o cualquier contaminante que afecte su rendimiento. Debe ser corrugado para asegurar su adherencia al hormigón y formar un solo elemento monolítico con la cimentación. Los estribos se colocarán de acuerdo con los planos estructurales, alternando los ganchos y con amarres firmes mediante alambre galvanizado #18. Los estribos se doblarán en frío, formando un ángulo de 135° , conforme a las normas de diseño.

Los traslapes de refuerzo longitudinal se ubicarán fuera de las zonas de confinamiento, siguiendo los planos y normas de construcción. La fundición de la cimentación no se llevará a cabo hasta que la armadura esté completamente instalada, fija en su posición y con un recubrimiento mínimo de 4 cm (o lo indicado en los planos). El proceso solo avanzará con la autorización del fiscalizador.

Medición y Pago

El acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg), de acuerdo con el progreso de la obra aprobado por un fiscalizador. El pago incluirá los costos de mano de obra, herramientas, maquinaria, equipos y operaciones relacionadas, según los precios unitarios establecidos en el contrato.

Hormigón Premezclado Cimentación $f'_c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$

Descripción y Método

La fundición de la cimentación se realizará únicamente cuando la armadura esté completa, fija y cumpla con las especificaciones técnicas: estribos armados correctamente y

encofrado centrado, alineado y apuntalado. Tras la autorización del fiscalizador, se procederá con la fundición utilizando hormigón premezclado de resistencia $f'c=210 \frac{Kg}{cm^2}$.

El hormigón se vibrará durante el fundido para asegurar la correcta distribución y recubrimiento de la armadura, evitando huecos. El material debe cumplir con los ensayos de resistencia en laboratorio y en obra. Una vez iniciado el fraguado, se procederá al curado inmediato para prevenir fisuras o grietas por retracción.

Equipo y Materiales

- Material principal: Hormigón premezclado, solicitado según el análisis de precios unitarios.
- Herramientas y equipos: Vibradores, concreteras y herramientas menores.

Medición y Pago

El hormigón se medirá en metros cúbicos (m³), e incluirá costos por mano de obra, equipos, herramientas menores y operaciones adicionales si fueran necesarias.

Estructura Principal de Hormigón Armado

Contrapiso de Hormigón Simple $f'c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$, espesor 5 cm

Descripción y Método

En el área designada para la construcción de la planta baja, se realizará la fundición de una losa de hormigón simple con las siguientes especificaciones:

- Capa de mejoramiento debidamente compactada.
- Losa con espesor de 8 cm y resistencia de diseño $f'c=210 \frac{Kg}{cm^2}$.
- Pendientes definidas según los planos técnicos.
- Cumplimiento de especificaciones especiales según los requerimientos estructurales indicados en los planos.

La losa actúa como una capa de protección entre la superestructura y el suelo, evitando problemas como filtraciones de agua por lluvias u otras contingencias no contempladas en el diseño.

Equipos y Materiales

La fundición seguirá los lineamientos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. La mezcla se preparará en sitio con materiales que incluyen cemento portland, agua y agregado fino

(sin agregado grueso). Las herramientas utilizadas serán palas, baldes y vibrador. El equipo de protección personal necesario incluye cascos, botas impermeables y guantes de seguridad.

Medición y Pago

La medición del contrapiso se realizará en metros cuadrados (m²) y el pago incluirá los costos de mano de obra, materiales, herramientas, equipos y cualquier operación especial requerida durante la dosificación y fundición.

Acero de Refuerzo Columnas $f_y = 4200 \frac{Kg}{cm^2}$

Descripción y Método

El proceso de colocación del acero de refuerzo en las columnas seguirá las especificaciones de los planos estructurales, utilizando refuerzos longitudinales y estribos del mismo acero, con una resistencia a la fluencia de $4200 \frac{Kg}{cm^2}$.

El acero debe estar limpio y libre de impurezas como óxido, pintura o cualquier contaminante que afecte su rendimiento. Debe ser corrugado para asegurar su adherencia al hormigón y formar un solo elemento monolítico con la columna.

Los estribos se colocarán de acuerdo con los planos estructurales, alternando los ganchos y con amarres firmes mediante alambre galvanizado #18. Los estribos se doblarán en frío, formando un ángulo de 135°, conforme a las normas de diseño.

Se respetarán los espaciamientos indicados en las zonas de confinamiento y la sección central de la columna. Los traslapes de refuerzo longitudinal se ubicarán fuera de las zonas de confinamiento, siguiendo los planos y normas de construcción. La fundición de las columnas no se llevará a cabo hasta que la armadura esté completamente instalada, fija en su posición y con un recubrimiento mínimo de 4 cm (o lo indicado en los planos). El proceso solo avanzará con la autorización del fiscalizador.

Medición y Pago

El acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg), de acuerdo con el progreso de la obra aprobado por un fiscalizador. El pago incluirá los costos de mano de obra, herramientas, maquinaria, equipos y operaciones relacionadas, según los precios unitarios establecidos en el contrato.

Encofrado y Desencofrado de Columnas

Descripción y Método

El encofrado se define como el molde encargado de dar forma a los elementos estructurales, siguiendo las dimensiones especificadas en los planos técnicos. Una vez fundido el hormigón y tras alcanzar un fraguado adecuado, el encofrado es retirado. Para las columnas, se deben respetar las medidas establecidas en los planos estructurales. El procedimiento incluye el ensamblaje del encofrado, la inserción de la armadura y su estabilización hasta que el fiscalizador autorice la fundición. Los encofrados se construirán en el sitio, empleando madera y herramientas de carpintería.

Equipo y Materiales

- Materiales principales: Tableros de madera contrachapada de 15 mm (tipo "B"), alfajías, tiras, duela cepillada y machihembrada de 18 mm, clavos, alambre galvanizado, pernos y puntales.
- Herramientas y equipo de protección: Martillos, guantes de seguridad, cascos y botas con punta de acero.

Medición y Pago

El encofrado se medirá en metros cuadrados (m²), y el pago incluirá mano de obra, herramientas menores, materiales, apuntalamientos y cualquier equipo especial requerido.

Hormigón Premezclado Columnas $f'c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$

Descripción y Método

La fundición de las columnas se realizará únicamente cuando la armadura esté completa, fija y cumpla con las especificaciones técnicas: colocación a plomo, estribos armados correctamente y encofrado centrado, alineado y apuntalado. Tras la autorización del fiscalizador, se procederá con la fundición utilizando hormigón premezclado de resistencia $f'c=210 \frac{Kg}{cm^2}$.

El hormigón se vibrará durante el fundido para asegurar la correcta distribución y recubrimiento de la armadura, evitando huecos. El material debe cumplir con los ensayos de resistencia en laboratorio y en obra. Una vez iniciado el fraguado, se procederá al curado inmediato para prevenir fisuras o grietas por retracción.

Equipo y Materiales

- Material principal: Hormigón premezclado, solicitado según el análisis de precios unitarios.
- Herramientas y equipos: Vibradores, concreteras y herramientas menores.

Medición y Pago

El hormigón se medirá en metros cúbicos (m³), e incluirá costos por mano de obra, equipos, herramientas menores y operaciones adicionales si fueran necesarias.

Acero de Refuerzo Vigas y Viguetas $f_y = 4200 \frac{Kg}{cm^2}$

Descripción y Método

La instalación del acero de refuerzo en vigas debe ajustarse a los planos estructurales, tanto para los refuerzos longitudinales como para los estribos. El acero, con resistencia a la fluencia de $f_y = 4200 \frac{Kg}{cm^2}$, debe estar libre de impurezas como pintura, óxido o residuos que afecten su desempeño.

El refuerzo corrugado garantiza una adecuada adherencia al hormigón, mientras que los estribos se sujetan con alambre galvanizado #18, siguiendo un patrón alternado de ganchos y respetando un ángulo de doblado de 135°. Los espaciamientos y traslapes se ajustarán a los planos estructurales, evitando traslapes en las zonas de confinamiento.

La fundición de la viga se permitirá únicamente cuando la armadura esté completamente instalada, fija y con un recubrimiento mínimo de 4 cm, según lo indicado en los planos y normas técnicas.

Medición y Pago

El refuerzo se medirá en kilogramos (kg) y su pago incluirá mano de obra, herramientas, maquinaria, operaciones conexas y cualquier equipo especial necesario.

Encofrado y Desencofrado Vigas y Viguetas

Descripción y Método

El encofrado se define como el molde utilizado para dar forma a los elementos estructurales, siguiendo las dimensiones especificadas en los planos técnicos. Este molde se retira una vez que el hormigón ha sido fundido y ha alcanzado el fraguado adecuado. Para las vigas, el encofrado debe cumplir estrictamente con las medidas establecidas en los planos estructurales. Una vez ensamblado, se procede a la colocación de la armadura de la viga, asegurándola en su posición hasta que el fiscalizador autorice la fundición del elemento. Los encofrados se construirán en el sitio de la obra, utilizando madera y herramientas de carpintería.

Equipos y Materiales

- Materiales principales: Tableros contrachapados de 15 mm de espesor (tipo "B"), duelas de eucalipto o madera contrachapada, alfajías, tiras de madera, duelas cepilladas y

machihembradas de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos y puntales de madera. Todos los materiales deben cumplir con las especificaciones técnicas establecidas.

- Herramientas y equipo de protección: Herramientas menores, cascos, guantes de protección.

Medición y Pago

La medición del encofrado se realizará en metros cuadrados (m²). El pago incluirá los costos de mano de obra, herramientas menores, materiales, apuntalamientos para estabilización y cualquier equipo especial necesario.

Hormigón Premezclado Vigas y Viguetas $f'c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$

Descripción y Método

La fundición de vigas se ejecutará únicamente cuando la armadura esté instalada de acuerdo con las especificaciones técnicas, alineada a plomo, fija y libre de impurezas. Los estribos deberán estar correctamente colocados y armados, mientras que el encofrado debe estar centrado en el eje de la viga y adecuadamente apuntalado. Una vez que el fiscalizador apruebe la preparación, se procederá a la fundición con hormigón premezclado de resistencia $f'c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$.

Durante la fundición, se utilizará vibrador para garantizar una adecuada compactación y distribución del hormigón, evitando vacíos y asegurando el recubrimiento especificado en los planos estructurales. El hormigón debe cumplir con las verificaciones de resistencia exigidas por las normas de diseño, así como con los ensayos en laboratorio y en obra. Posteriormente, se realizará el curado inmediato para prevenir fisuras y grietas por retracción.

Equipos y Materiales

- Material principal: Hormigón premezclado solicitado según los análisis de precios unitarios.
- Herramientas y equipos: Herramientas menores, vibradores y concreteras.

Medición y Pago

El hormigón se medirá en metros cúbicos (m³). El pago considerará los costos de mano de obra, herramientas menores, equipos y cualquier recurso adicional que sea necesario durante el proceso de fundición.

Acero para losa Steel Deck, $f_y \text{ mín} = 2600 \frac{Kg}{cm^2}$

Descripción y Método

Es una lámina de acero estructural galvanizado con perfil trapezoidal, diseñada para su aplicación en la construcción de losas compuestas. Este sistema actúa como refuerzo estructural, eliminando la necesidad de incorporar varillas inferiores, elementos de alivianamiento y encofrados tradicionales. La interacción entre la losa Steel Deck y el hormigón se logra mediante resaltes integrados en la superficie de la lámina, los cuales proporcionan un anclaje mecánico efectivo, evitando deslizamientos y garantizando una adherencia óptima entre ambos materiales (KUBIEC, 2021).

El hormigón por emplearse deberá cumplir con las especificaciones establecidas en los capítulos pertinentes del ACI 318 y alcanzar un esfuerzo mínimo de compresión de $f'_c=210 \frac{Kg}{cm^2}$. No se permitirá el uso de aditivos que contengan sales con cloruros, ya que estos pueden causar corrosión en la losa Steel Deck.

La losa deberá ser fundida con una altura mínima de 5 cm por encima de la cresta de la losa. Si se utiliza malla electrosoldada como refuerzo para absorber esfuerzos derivados de la retracción por fraguado o como refuerzo negativo, esta deberá posicionarse a una profundidad de entre 2,0 y 2,5 cm por debajo del nivel superior de la losa de hormigón. Las placas de Steel Deck deben asegurarse o fijarse a los elementos estructurales a lo largo de todo su perímetro de apoyo. Esto puede realizarse mediante soldadura o utilizando accesorios mecánicos, como tornillos autoperforantes o clavos de acero disparados.

Equipos y Materiales

- Planchas Steel Deck
- Studs o pernos conectores
- Equipo de soldadura
- Herramientas menores
- Equipo de protección personal
- Obreros capacitados

Medición y Pago

Las planchas de Steel Deck se medirán por unidad (u) dependiendo el metro cuadrado de losa que va a abarcar, el pago considerará los costos de mano de obra, herramientas menores, equipos y cualquier recurso adicional que sea necesario durante el proceso de instalación.

Hormigón Premezclado Losa Steel Deck $f'c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$

Descripción y Método

Cuando la armadura de la losa Steel Deck esté completamente instalada, cumpliendo con las especificaciones técnicas, correctamente fija, libre de impurezas que puedan comprometer el desempeño del acero, y previa autorización del fiscalizador, se procederá a la fundición de la losa utilizando hormigón con una resistencia de diseño de $f'c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$.

Para garantizar una adecuada adherencia y distribución del hormigón, es necesario vibrarlo durante el proceso de fundición, asegurando que el material llene todos los espacios dentro del encofrado, no se acumule en un solo sitio comprometiendo las láminas de acero y proporcione el recubrimiento especificado en los planos estructurales para la losa Steel Deck del proyecto.

El hormigón utilizado deberá cumplir con los estándares de resistencia establecidos en las normas de diseño, así como superar satisfactoriamente los ensayos de laboratorio y las pruebas en obra. Una vez iniciado el fraguado, se debe realizar el curado inmediato de la losa para evitar la aparición de fisuras o grietas debido a la retracción del material.

Equipos y Materiales

El hormigón premezclado se solicitará en planta de acuerdo con lo especificado en el análisis de precios unitarios. Durante el proceso de fundición, se emplearán herramientas menores, concreteras y vibradores para asegurar la correcta colocación y compactación del material.

Medición y Pago

El hormigón será medido en metros cúbicos (m^3), y el pago incluirá los costos de mano de obra, equipos, herramientas menores y cualquier equipo especial que sea necesario para completar el fundido.

Acero de Refuerzo Escaleras $f_y = 4200 \frac{Kg}{cm^2}$

Descripción y Método

La instalación del acero de refuerzo para las escaleras se llevará a cabo conforme a lo indicado en los planos estructurales. Tanto los refuerzos longitudinales como los estribos utilizarán acero con una resistencia a la fluencia de $f_y = 4200 \frac{Kg}{cm^2}$.

El acero deberá estar limpio y libre de impurezas como pintura, óxido, corrosión o cualquier elemento que comprometa su desempeño. El refuerzo será corrugado para garantizar una adecuada adherencia con el hormigón, formando un elemento monolítico al ser fundido. Los amarres de las barras se realizarán con alambre galvanizado #18, asegurando que queden firmes y evitando desplazamientos.

Los traslapes de las barras se ejecutarán según lo indicado en los planos estructurales, asegurándose de que no ocurran dentro de las zonas de confinamiento establecidas por las normas. El fundido no se iniciará hasta que la armadura esté completamente instalada, fija en la posición adecuada, y haya sido revisada y aprobada por el fiscalizador. El recubrimiento mínimo del acero en los nervios será de 3 cm o el indicado en los planos técnicos.

La armadura no deberá moverse durante el proceso de fundición, garantizando que mantenga la posición establecida en los planos.

Medición y Pago

El acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg) según el progreso de la obra aprobado por el fiscalizador. El pago incluirá los costos de mano de obra, maquinaria, herramientas, equipos adicionales y operaciones relacionadas, según los precios unitarios establecidos en el contrato.

Encofrado y Desencofrado Escalera

Descripción y Método

El encofrado es el molde utilizado para definir la forma del elemento estructural, construido según las dimensiones especificadas en los planos técnicos. Una vez que el hormigón ha sido fundido y alcanzado el fraguado necesario, el encofrado se retira. Para las escaleras, el encofrado debe cumplir rigurosamente con las medidas establecidas en los planos estructurales. Después de ensamblar el encofrado, se colocará la armadura de la escalera, asegurándola hasta que el fiscalizador apruebe la fundición. Los encofrados serán elaborados en el sitio de la obra utilizando madera y herramientas de carpintería.

Equipo y Materiales

- Materiales principales: Tableros de madera contrachapada de 15 mm de espesor (tipo "B"), duelas de eucalipto o contrachapados para encofrado, alfajías, tiras de madera, duelas cepilladas y machihembradas de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos y puntales de madera, cumpliendo con las especificaciones técnicas.

- Herramientas y equipo de protección: Herramientas menores, cascos, guantes y botas de seguridad.

Medición y Pago

El encofrado se medirá en metros cuadrados (m²), considerando todos los elementos necesarios. El pago incluirá costos de mano de obra, herramientas menores, apuntalamientos para estabilidad y equipos especiales, si se requieren.

Hormigón Premezclado Escaleras $f'c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$

Descripción y Método

La fundición de la escalera se realizará una vez que la armadura esté completamente instalada, fija y libre de impurezas, de acuerdo con las especificaciones técnicas. Tras la autorización del fiscalizador, se procederá con el vertido de hormigón premezclado de resistencia $f'c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$.

Para garantizar la adecuada compactación y adherencia del hormigón, se empleará vibrador, asegurando que el material cubra completamente los espacios dentro del encofrado y brinde el recubrimiento especificado en los planos estructurales. El hormigón debe cumplir con las normas de diseño, así como con los ensayos en laboratorio y en obra. Una vez iniciado el fraguado, se llevará a cabo el curado inmediato para prevenir fisuras y grietas por retracción.

Equipos y Materiales

- Material principal: Hormigón premezclado solicitado en planta según el análisis de precios unitarios.
- Herramientas y equipos: Vibradores, concreteiras y herramientas menores.

Medición y Pago

El hormigón será medido en metros cúbicos (m³), y el pago incluirá los costos de mano de obra, equipos, herramientas menores y cualquier equipo especial necesario para la correcta ejecución del fundido.

Mampostería

Mampostería no estructural de bloque convencional, espesor 14 cm

Descripción y Método

La mampostería no estructural se refiere a muros que no aportan rigidez ni resistencia a cargas laterales, ya que están diseñados dentro de sistemas estructurales de pórticos resistentes a momentos. Estos muros deben mantenerse separados de los elementos estructurales, como columnas y vigas, para evitar la transmisión de esfuerzos hacia ellos. La conexión entre los muros de mampostería no estructural y los elementos del pórtico debe ser mínima para reducir su influencia en la rigidez y resistencia del marco estructural, evitando efectos adversos como grietas o la formación de columnas cortas.

El espacio de separación, denominado **holgura**, debe cumplir los siguientes criterios:

- **Holgura lateral:** No menor al desplazamiento inelástico calculado para cada entrepiso ni mayor a 10 mm.
- **Holgura vertical:** Igual o mayor a la deflexión estimada de la viga correspondiente al entrepiso.

La construcción de los muros de mampostería, utilizando bloques de 14x20x39 cm, se inicia marcando una línea guía para la pared, siguiendo los trazos arquitectónicos y especificaciones técnicas. En caso de ser necesario, se incluirá equipo especializado para garantizar la alineación a plomo y en escuadra.

Durante la ejecución, se limitará la altura de construcción a un máximo de 1.50 m por vez, con el objetivo de evitar que el mortero entre los bloques sea comprimido más allá del espesor establecido en los planos. Una vez alcanzada esta altura, se detendrá la construcción hasta que el mortero de unión haya comenzado a fraguar. Posteriormente, se continuará hasta alcanzar la altura final definida en los planos y especificaciones. El mortero utilizado será de tipo simple, sin agregados gruesos, garantizando una adecuada adherencia entre los bloques.

Equipos y Materiales

- Materiales principales: Bloques de mampostería de 14x20x39 cm y mortero simple para la unión de los bloques.
- Herramientas y equipos: Herramientas menores de albañilería, andamios o escaleras, según la altura requerida.

Medición y Pago

La medición de los muros de mampostería se realizará en metros cuadrados (m²) de superficie construida. El pago incluirá los costos de mano de obra, herramientas menores, equipos de seguridad, materiales, andamios o escaleras, y cualquier equipo especial necesario para garantizar el correcto avance de los trabajos.

Enlucido Interior

Descripción y Método

El enlucido interior se aplica sobre los muros de mampostería no estructural de la obra, utilizando un mortero elaborado con hormigón simple en una proporción 1:3 (una parte de cemento portland por tres partes de arena o agregado fino), diseñado para alcanzar una resistencia a la compresión de entre 10 y 15 MPa. Este revestimiento se aplica en las superficies interiores de la estructura y requiere un curado inmediato tras el inicio del fraguado del mortero, con el objetivo de prevenir la formación de grietas debido a la retracción del material.

Equipos y Materiales

- Cemento portland.
- Arena o agregado fino.
- Agua.
- Aditivo impermeabilizante.
- Herramientas menores.
- Andamios o escaleras.

Medición y Pago

El enlucido interior se medirá en metros cuadrados (m²) de avance en la obra. El pago incluirá los costos de mano de obra, herramientas menores, andamios, escaleras y cualquier equipo especial requerido durante el proceso.

Enlucido Exterior

Descripción y Método

El enlucido exterior se realiza sobre los muros de mampostería no estructural, empleando un mortero de hormigón simple con la misma proporción de 1:3 (una parte de cemento portland por tres partes de arena o agregado fino), para alcanzar una resistencia a la compresión de entre 10 y 15 MPa. Este revestimiento se aplica en las superficies exteriores de la estructura y también requiere un curado inmediato después del inicio del fraguado del mortero, evitando así la formación de grietas debidas a la retracción del material.

Equipos y Materiales

- Cemento portland.
- Arena o agregado fino.
- Agua.

- Aditivo impermeabilizante.
- Herramientas menores.
- Andamios o escaleras.

Medición y Pago

El enlucido exterior será medido en metros cuadrados (m²) de avance en la obra. Los costos incluirán mano de obra, herramientas menores, andamios, escaleras y cualquier equipo especial necesario para la correcta ejecución del trabajo.

Empaste y Pintura Interior

Descripción y Método

El proceso de empaste y pintura interior se realiza sobre muros de mampostería previamente enlucidos. Antes de aplicar el empaste, es esencial limpiar completamente la superficie para asegurar su adecuada adherencia al muro. Una vez colocado el empaste, se procederá a lijarlo para obtener una superficie lisa que permita un acabado uniforme de la pintura.

La pintura interior, en cuanto a color, tipo y diseño, debe cumplir con las especificaciones técnicas y los planos arquitectónicos, además de ser aprobada por el fiscalizador. Si se requiere una capa de pintura base para mejorar el acabado final, esta debe considerarse dentro de los rubros correspondientes. Durante la aplicación de la pintura, se protegerán las superficies no destinadas a ser pintadas utilizando una cobertura temporal, generalmente papel reciclado.

Equipos y Materiales

- Lija de agua N80.
- Pintura acrílica para interiores (color según planos y especificaciones).
- Empaste.
- Agua.
- Coberturas para salpicaduras (papel reciclado).
- Espátula, brocha, rodillo, balde.
- Andamios y/o escaleras.
- Equipo de protección personal y arnés para trabajos en altura, si es necesario.

Medición y Pago

La medición se realizará en metros cuadrados (m²) de muro empastado y pintado. El rubro incluye costos de mano de obra, herramientas menores, equipos de protección y los andamios o escaleras necesarios.

Empaste y Pintura Exterior

Descripción y Método

El empaste y pintura exterior se realiza sobre muros de mampostería previamente enlucidos. Se debe limpiar la superficie antes de aplicar el empaste, garantizando así su adherencia. Posteriormente, el empaste se lija para lograr una superficie uniforme y lista para la pintura.

El diseño, color y tipo de pintura exterior deben ajustarse a las especificaciones técnicas y planos arquitectónicos, y ser revisados por el fiscalizador. Si se necesita una capa de pintura base para mejorar el acabado, esta debe incluirse dentro de los rubros del trabajo. Durante la aplicación, las superficies que no deben ser pintadas se cubrirán con material temporal como papel reciclado.

Equipos y Materiales

- Lija de agua N80.
- Pintura acrílica para exteriores (color según planos y especificaciones).
- Empaste.
- Agua.
- Coberturas para salpicaduras (papel reciclado).
- Espátula, brocha, rodillo, balde.
- Andamios y/o escaleras.
- Equipo de protección personal y arnés para trabajos en altura, si es necesario.

Medición y Pago

El empaste y pintura exterior se medirán en metros cuadrados (m²) de muro trabajado. El pago incluye mano de obra, herramientas menores, equipos de protección, y andamios o escaleras requeridos para la ejecución del trabajo.

Enlucido de Filos Interiores y Exteriores

Descripción y Método

El enlucido de filos se refiere al acabado aplicado en las intersecciones de paredes de mampostería que se cruzan. Este proceso abarca el enlucido con mortero de hormigón, seguido del empaste y pintura de las superficies de mampostería correspondientes, ya sean interiores o exteriores, según la ubicación de los elementos tratados.

Equipos y Materiales

- Mano de obra: Peón y maestro de albañilería.
- Materiales: Empaste, pintura (interior o exterior, según corresponda).
- Herramientas y equipos: Herramientas menores y equipos especializados, si son necesarios.

Medición y Pago

La medición de este rubro se realiza junto con el avance general del enlucido, empaste y pintura, tanto interiores como exteriores. Se mide en metros cuadrados (m²), y los pagos se efectúan conforme al progreso registrado y aprobado por el fiscalizador de la obra. El rubro incluye los costos de mano de obra, materiales, herramientas menores y cualquier equipo especializado requerido.

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1.Descripción del proyecto

Este proyecto tiene como finalidad brindar mayor seguridad y confianza a los habitantes de la parroquia Tenguel, así como también, ofrecer un ambiente cómodo y habitable para los nuevos cadetes de la Policía Nacional que van a operar en la UPC circuito Tenguel, y residir en un edificio que cumpla con los requerimientos de la entidad nacional y de normativa en cuanto al diseño estructural, cimentación y presupuestos. El objetivo principal en esta sección es realizar un correcto análisis de impacto ambiental que causará la construcción de esta estructura, al igual que cualquier proyecto constructivo.

Poner en marcha esta propuesta de diseño también cumplirá con ciertos objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Uno de ellos es el 8: trabajo decente y crecimiento económico, al momento de aperturar nuevas plazas de trabajo decente y seguro en la construcción de este proyecto, además de brindar protección social para las familias y mejorar perspectivas de desarrollo personal e integración social. De igual manera, el objetivo 9 sugiere la industrialización, innovación y la inversión en infraestructura que aporte desarrollo social y económico (Naciones Unidas, 2018). Por último, el ODS 11 propone el desarrollo de ciudades y comunidades sostenibles, basando su enfoque en que los ciudadanos tengan una calidad de vida digna y participen en la productividad de la ciudad, sin dañar el medio ambiente.

4.2.Línea base ambiental

El bloque residencial de la Policía Nacional en Tenguel se encuentra en planificación, cuenta con los planos arquitectónicos aprobados por su comité y con un presupuesto tentativo que se requiere para llevar a cabo la construcción. La UPC del circuito Tenguel cuenta con un terreno preparado para su construcción, lo que implica evitar el movimiento de tierras, tala de vegetación o algún otro factor que modifique la zona de estudio. Sin embargo, al encontrarse dentro de una cuadra residencial, es importante considerar la contaminación acústica o por

desperdicios, que afectan directamente no solo a las viviendas aledañas, si no también a los propios cadetes que operan en las instalaciones, por lo que se necesita elegir la mejor opción y estrategia constructiva.

La parroquia Tenguel es una zona costera, con un clima entre cálido y templado, presencia de humedad y temporada de lluvia limitada, lo que implica tener varios meses del año con un clima óptimo para el proceso constructivo del edificio residencial, evitando así desperdicios de material, saturación de agua en el hormigón o en el terreno y posibles riesgos para el personal en obra a causa de lluvias. A pesar de que el área de estudio no se encuentra considerablemente cerca de cuerpos de agua superficiales como ríos o esteros, es importante controlar los residuos diluidos o presentes en agua debido a que está rodeado de áreas verdes y un parque recreativo, además, está ubicado aproximadamente a 7 Km del Océano Pacífico y posee un cuerpo de agua subterráneo a las afueras de la zona urbana.

Tenguel está conformada en su mayoría por zonas residenciales, cuenta con una población aproximada de 13 mil habitantes y sus principales fuentes de desarrollo comercial son las actividades cacaoteras, bananeras y camaroneras (El Telégrafo, 2014). Por esta razón, la empresa Interagua dispone de una planta de tratamiento de aguas llamada *Planta Tenguel*, encargada de brindar dotaciones de agua potable de calidad a la comunidad, además de llevar un proceso estricto para la depuración de aguas residuales (Interagua, 2022); esto con el fin de cuidar y preservar tanto el recurso hídrico para las camaroneras aledañas como el suelo para la agricultura, como, conservando también la flora y fauna de la parroquia.

4.3.Actividades del proyecto

Las estructuras de hormigón armado, a pesar de ser el tipo de estructura más común en Ecuador, también son las estructuras cuyas actividades constructivas generan un impacto negativo significativo al medio ambiente, desde la obtención de materia prima hasta la finalización de la obra. Dado esto, se realiza una tabla en el que se detalla las actividades

correspondientes a cada fase constructiva relacionada a su labor, con el fin de segmentar en análisis para obtener mejores resultados y una comprensión clara.

Tabla 17

Fases y actividades a realizar en el proyecto de obra civil.

Fase	Labor	Acción
Construcción 1era Fase	Movimientos de Tierra	Excavación para la fundición de la cimentación.
Construcción 2da Fase	Obra Gris	Encofrados para losas y columnas y vigas de hormigón, fundición, fraguado, curado y tiempo para resistencia óptima.
		Elaboración de la armadura para la losa superficial, losa steel deck, vigas y columnas.
Construcción 3era Fase	Acabados	Mampostería, enlucido de paredes, correcciones de fallas y limpieza.
Construcción 4ta Fase	Instalaciones	Instalaciones eléctricas.
		Instalaciones sanitarias y potables.
Operación	Uso Cotidiano	Aguas residuales, ruido, consumo de agua potable y energía eléctrica.
	Limpieza y mantenimiento	Desechos comunes, limpieza de polvo, saneamiento con pinturas, reparaciones eléctricas, mobiliarias o sanitarias.
Abandono	Desmantelamiento de estructura	Demolición, recolección de escombros.

Nota: Tabla representativa realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

4.4. Identificación de impactos ambientales

Existen varias metodologías vigentes para la identificación de impactos ambientales. Con respecto a este proyecto, se usa como metodología la matriz Causa-Efecto que propone de manera cualitativa el impacto ambiental que presenta el proyecto (Green Progress, 2024).

Con respecto a la primera actividad detallada, movimientos de tierra y excavaciones, esta no representa impacto negativo alguno, puesto que el terreno está previamente adecuado para la construcción del proyecto, de la misma manera, la excavación para la cimentación no genera impacto dado que no es un suelo fértil u originario ni está afectando a zonas cercanas con vegetación.

El impacto significativo se da en la fase de construcción de obra gis, encofrados, armaduras de acero, fabricación y fundición del hormigón para la estructura. Al ser un proceso delicado, se lo ha seccionado por materiales utilizados dentro de esta fase.

4.4.1. Hormigón

Siendo un material esencial en construcción, se lo usa en edificación de puentes, presas, carreteras, edificios residenciales, comerciales, así como también en los elementos estructurales como columnas, vigas, losas y cimentaciones. Su alta adaptabilidad a distintas formas y requerimientos lo convierte en un recurso clave tanto para proyectos de gran envergadura como para pequeñas construcciones, garantizando una vida útil larga.

4.4.2. Cemento

- i. Extracción: El primer paso dentro de la producción del cemento es la extracción de las materias primas, las cuales son, caliza, arcilla y demás minerales que son tomados desde grandes canteras.
- ii. Trituración: Los materiales mineros previamente mencionados se trituran y mezclan en proporciones especificadas según normativas de producción.
- iii. Clinker: La mezcla se calienta en un horno rotatorio que se encuentra a temperaturas altas de hasta 1450°C, lo que da la formación del clinker (Holcim, 2024).
- iv. Molienda: El clinker obtenido se mezcla con yeso y algunos otros aditivos para obtener el cemento en polvo que conocemos comúnmente, (Holcim, 2024).

Acorde resultados brindados por BBC News, la industria del cemento es la responsable de la generación del 8% de las emisiones globales de CO₂, siendo la tercera de mayor impacto en la industria general. Estas emisiones se dan principalmente por la descarbonización de la piedra caliza y por el uso de los hornos de clinkerización en la fabricación del cemento (GEA, 2023).

4.4.2.1. Agregados

- i. Extracción: Al igual que el cemento, los agregados se extraen de la naturaleza, encontrándose en canteras y ríos, para agregados gruesos y finos respectivamente.
- ii. Trituración: Una vez extraído el material, se lleva un proceso de trituración con el fin de alcanzar un tamaño especificado por normativas (nominal o estándar), esto se da para los agregados gruesos únicamente.
- iii. Cribado: El proceso de cribado es necesario para caracterizar o seleccionar los materiales luego de su trituración, de manera que queden los tamaños adecuados tanto de gravas y arenas.

Dentro del proceso total de la obtención de los agregados para la fabricación del hormigón, se presenta un considerable impacto ambiental puesto que se están alterando los ecosistemas, influyendo aún más en los acuáticos, en los que se pueden presentar diferentes factores como sedimentaciones, reencauses de ríos o hasta alterar la calidad del agua.

4.4.2.2. Agua

- i. Consumo: La empresa de la construcción requiere un alto consumo del recurso hídrico para su funcionamiento. Según estudios realizados por la Global Cement and Concrete Association (GCCA) estima que se puede requerir entre 150 a 200 litros de agua para la producción de 1 metro cúbico de hormigón, aunque dependerá de las especificaciones de la mezcla, uso del hormigón, el tipo de cementos, aditivos a utilizarse y las condiciones climáticas de la zona.

- ii. Residuos: También se requiere agua para la limpieza de equipos y maquinarias, estas aguas residuales contienen partículas de cemento, sólidos suspendidos y aditivos químicos, por lo tanto, se requiere un tratamiento especializado, caso contrario, puede contaminar fuentes hídricas cercanas y el suelo (Calderón & Burbano, 2016).

4.4.3. Acero de Refuerzo

- i. Extracción: Se puede extraer el hierro de las canteras o minas, o se puede reutilizar mediante un proceso de reciclaje con chatarra metálica.
- ii. Horno: El hierro se funde en un alto horno utilizando caliza como fundente y un material denominado coque, como combustible.
- iii. Refinamiento: Mediante este proceso se ajusta la composición química al añadir otros elementos como magnesio, carbono y silicio, con el fin de alcanzar los requerimientos especificados en normativa.
- iv. Moldeo: El acero que está fundido y refinado se lo moldea en barras de grandes longitudes y se lamina en caliente para darle forma de varilla corrugada.

La fabricación del acero de refuerzo emite grandes cantidades de CO₂ por sus altos hornos y el combustible utilizado. Según World Steel Association (WSA) revela que una producción de 1 tonelada de acero de refuerzo emite entre 1.8 a 2 toneladas de CO₂ al ambiente.

Una vez detallado los materiales presentes en la construcción de este proyecto y el proceso de obtención de estos, se presenta una tabla de actividades que forman parte del proceso constructivo del proyecto, desde su inicio hasta su operación final.

La tercera fase constructiva genera impactos ambientales menores que la fase 2, dado que también se utiliza un mortero elaborado a base de cemento, agregado fino o arena y agua. Sin embargo, al ser únicamente mampostería y acabados, la cantidad necesaria para esta sección es mucho menor. De igual manera la fase 4, donde se pueden encontrar impactos negativos en la

generación de residuos plásticos que no sean recogidos y seccionados para su desecho o reciclaje.

Las estructuras de hormigón poseen una larga vida útil, por lo que el mantenimiento estructural constante no es necesario, sin embargo, aspectos como correcciones de pintura y mobiliario nuevo van a existir durante el periodo de vida de este edificio residencial, lo que implica impacto bajo al usar pinturas y mobiliarios de madera o de materiales presentes del ecosistema.

La última fase de una estructura, abandono y demolición, es una actividad a tomar mucho en cuenta, puesto que representa un impacto negativo al medio ambiente. Entre los impactos estudiados se encuentran:

- i. Contaminación de aire: Esto se da debido a la generación de polvo y partículas en suspensión durante la demolición, así como también por las emisiones de gases CO₂ de la maquinaria pesada utilizada en esta fase.
- ii. Contaminación del suelo: Los restos de pintura, materiales como asbesto y otros químicos podrían filtrarse en el suelo y contaminarlo, dando como consecuencia la dificultad o imposibilidad de recuperar la capacidad biológica del terreno.
- iii. Contaminación del agua: Los escombros generados en esta fase, al ser expuestos a lluvias, pueden llegar a contaminar cuerpos de agua cercanos por el agua lluvia cargada de químicos. Además, si se realiza una incorrecta disposición de los escombros, pueden llegar a contaminar acuíferos o cuerpos de agua subterráneos.
- iv. Biodiversidad: Las demoliciones estructurales pueden alterar hábitats cercanos, influyendo directamente a las especies locales. Asimismo, las vibraciones y el ruido de las actividades en esta fase pueden causar estrés a la fauna.

4.4.4. Matriz Causa-Efecto

Para realizar una valoración de impactos ambientales comúnmente se utiliza esta matriz, esta también permite identificar y analizar las diferentes causas tanto principales como secundarias que generan un problema específico. En este caso, evalúa las acciones detalladas durante el proceso constructivo en un proyecto particular y su repercusión en el medio ambiente en el cual se desarrolla (Green Progress, 2024).

Esta matriz detalla resultados cualitativos a partir de la intersección que se da entre filas y columnas con sus respectivos valores, de esta manera, se puede determinar el valor que más relacionado esté con el posible impacto ambiental que genera, tantos positivos como negativos.

Tabla 18

Tabla de calificaciones según la magnitud y la importancia en el impacto ambiental (Leopold, 1970).

Impactos Positivos					
Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Nota: Tabla realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Tabla 19

Tabla de calificaciones según la magnitud y la importancia en el impacto ambiental (Leopold, 1970).

Impactos Negativos					
Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	-1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	-2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	-3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	-4
Media	Media	-5	Media	Local	-5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	-6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	-7
Alta	Media	-8	Media	Regional	-8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	-9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	-10

Nota: Tabla realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

DISEÑO DE EDIFICIO RESIDENCIAL TENGUEL																						
CATEGORÍA	COMPONENTE AMBIENTAL	ACCIÓN FACTOR	Obtención de materia prima		Fase 1	Fase 2: Obra Gris				Fase 3: Acabados		Fase 4: Instalaciones		Operación		Abandono	POR FACTORES					
			Fabricación de cemento.	Adquisición de agregados.	Excavación.	Encofrado.	Fundición de elementos.	Armado estructural	Fraguado y Curado	Mampostería, enlucido.	Corrección de falla y limpieza.	Instalaciones eléctricas.	Instalación Hidrosanitaria y potable.	Uso diario.	Limpieza.	Remoción de escombros.	AFECTACIÓN EN MAGNITUD		TOTAL DE IMPACTO (+)			
			(+)	(-)																		
																				(+)	(-)	
Características físicas y químicas	Tierra-suelo	Cambios en el relieve	0	-1	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-4	
		Calidad del suelo	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	2	-4
	Agua	Aguas superficiales	0	0	0	0	-3	0	0	0	-1	0	-2	-3	-1	0	0	0	0	5	-10	
		Aguas subterráneas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Gestión hídrica	-6	0	0	-1	-3	0	-1	-2	-2	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	9	-18	
	Aire	Calidad del aire	0	-2	-1	0	-3	0	-1	-3	-2	-2	0	0	-1	-1	-1	-1	0	9	-16	
		Nivel sonoro	-1	-2	0	0	-4	1	0	0	0	-3	-3	0	-1	-2	0	-1	-2	1	7	-15
Biológico	Fauna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Flora	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	
SOCIO-ECONÓMICO-CULTURAL	Uso de la tierra	Zonas verdes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Áreas de recreación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Económico	7	4	3	3	4	4	2	3	3	2	3	0	0	3	0	0	3	12	0	41	
	Aspectos culturales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POR ACCIONES	AFECTACIÓN EN MAGNITUD	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	13				
	TOTAL DE IMPACTO (+)	0	-4	-1	1	-9	5	0	-2	-2	-3	-3	-4	-4	-1							-27
RESULTADO PARA EL IMPACTO (+) POR MAGNITUD																			-2,08			
RESULTADO PARA EL IMPACTO (+) POR IMPORTANCIA																			-2,23			

4.5. Valoración de impactos ambientales

Con los criterios definidos y evaluados con su impacto generado en la Matriz de Leopold, se procede a valorar por medio de rangos el impacto ambiental que tiene la construcción del edificio residencial de 2 niveles.

Figura 62

Tabla de valoración de impacto ambiental negativo (Leopold, 1970).

Impacto negativo	
Irrelevante	$-25 < AG < 0$
Moderado	$-50 < AG < -25$
Severo	$-75 < AG < 50$
Crítico	$AG < -75$

Nota: Tabla realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 63

Tabla de valoración de impacto ambiental positivo (Leopold, 1970).

Impacto positivo	
Poco Importante	$0 < AG < 25$
Importante	$25 < AG < 50$
Muy importante	$50 < AG$

Nota: Tabla realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Con los rangos de impacto ambiental definidos, tanto positivos como negativos, se requiere calcular el grado de impacto ambiental presente en el proyecto, el cual depende de las acciones evaluadas y su relación con el ecosistema.

$$AG = \sum \left(\frac{\text{Acciones } (M * I)}{\sum \text{Factores ambientales}} \right)$$

Por medio de la ecuación mostrada, el grado de impacto ambiental obtenido es de 23, por lo que se puede interpretar según las gráficas anteriores, se encuentra en el rango “Poco Importante” dentro de la categoría *Impacto Positivo*. En este análisis afectan considerablemente

la fabricación del cemento, fraguado del hormigón y las correcciones de falla en mampostería y limpieza; esto se da por la generación de CO₂ con respecto al cemento y la contaminación del aire y del recurso hídrico superficial con el fraguado y limpieza, lo que puede ocasionar molestias y daños a los sectores residenciales aledaños del proyecto y sus ocupantes.

Según la matriz de Leopold, los impactos más significativos se aprecian en las actividades como obtención de materias primas o uso del cemento, fundición de elementos de hormigón, mampostería y acabados, y la demolición y recolección de escombros. Sin embargo, destaca el aspecto económico como impacto positivo, en cuanto a la generación de empleos dependiendo de cada acción descrita, puesto que, para cada área del proceso constructivo existen plazas de trabajo por mano de obra disponibles para personas capacitadas y con experiencia en proyectos civiles.

4.6. Medidas de prevención/mitigación

Las medidas de prevención o mitigación están diseñadas para evitar, controlar o minimizar los efectos adversos causados por una actividad o proyecto definido en el medio ambiente. Dichas medidas han sido estudiadas y especificadas en relación al análisis de impacto ambiental realizado, por lo que, existen varias acciones preventivas y/o correctivas que aseguran el cumplimiento de los ODS y varios aspectos sostenibles, así como también mitigar el impacto negativo en el ecosistema que pueden estar presentes en un proyecto de esta índole.

i. Planificación de fases constructivas:

Es necesario planificar, programar y ejecutar las actividades de manera eficiente dentro de los horarios y fechas laborales previamente definidas, con el fin de evitar costos adicionales, imprevistos o molestias por parte de la comunidad o temporadas de lluvia.

ii. Controlar ruido y polvo:

Utilizar planchas de zinc o tela de cerramientos para evitar la emisión descontrolada de polvo, residuos o demás restos de materiales de construcción que pueden causar malestares,

accidentes, o enfermedades hacia las residencias aledañas al proyecto, además, evitar realizar actividades constructivas en horarios nocturnos, esto con el fin de mitigar la contaminación del aire.

iii. Uso y cuidado del agua:

Para mitigar la contaminación hídrica, es importante considerar el uso de aditivos reductores de agua para la fabricación del hormigón con el fin de disminuir el uso excesivo de agua para el proyecto. De la misma manera, no descargar directamente el agua con restos de hormigón u otros materiales después de limpieza hacia el medio ambiente, puesto que puede contaminar otras fuentes de agua cercanas y el terreno, siendo este las áreas verdes del parque recreativo ubicado al frente de la UPC distrito Tenguel.

iv. Calidad del aire:

Es importante gestionar los residuos o escombros generados durante la construcción, transportándolos de manera segura y controlada, evitar quemar cualquier desperdicio. Además, se puede incorporar el uso de hormigón premezclado en mixers con el fin de reducir el manejo de cemento en obra, así como también, contratar maquinaria eficiente con motores limpios y reducir el tiempo en que los vehículos permanezcan encendidos.

v. Cuidado del suelo:

Prevenir derrames ya sea de químicos, combustibles o materiales de construcción mediante un correcto almacenamiento. Contar con una eficiente separación de residuos, reciclando materiales, minimizando desperdicios, conducir la maquinaria únicamente por las vías de acceso recomendadas, cuidando así la flora natural de la zona, así como también, evitando la contaminación de acuíferos subterráneos.

Capítulo 5

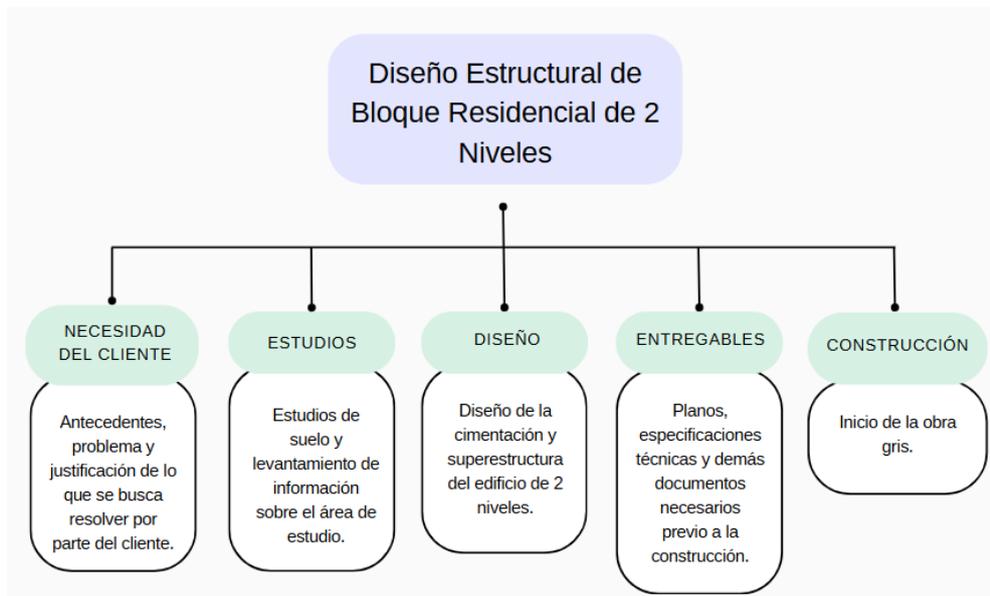
5. PRESUPUESTO

Estructura Desglosada de Trabajo

Para todo proceso constructivo, es necesario llevar a cabo un orden lógico de todas las actividades que se llevan a cabo en obra, razón por la cual, se presenta un desglose general y detallado de la estructura de este proyecto integrador. Esto se realiza para tener control sobre el avance del proyecto, al utilizar la metodología BIM para el diseño de esta estructura.

Figura 64

Estructura desglosada de proyecto integrador.



Nota: Esquema realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Es necesario también llevar un esquema a detalle de cada actividad planteada en la figura 64, con la finalidad de entender cada fase y sus puntos clave.

Figura 65

Detalle de las necesidades del cliente.



Nota: Esquema realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Los estudios previos al diseño son fundamentales para determinar varios factores y conocer parámetros de la zona en la que se va a trabajar.

Figura 66

Detalle de los estudios realizados.

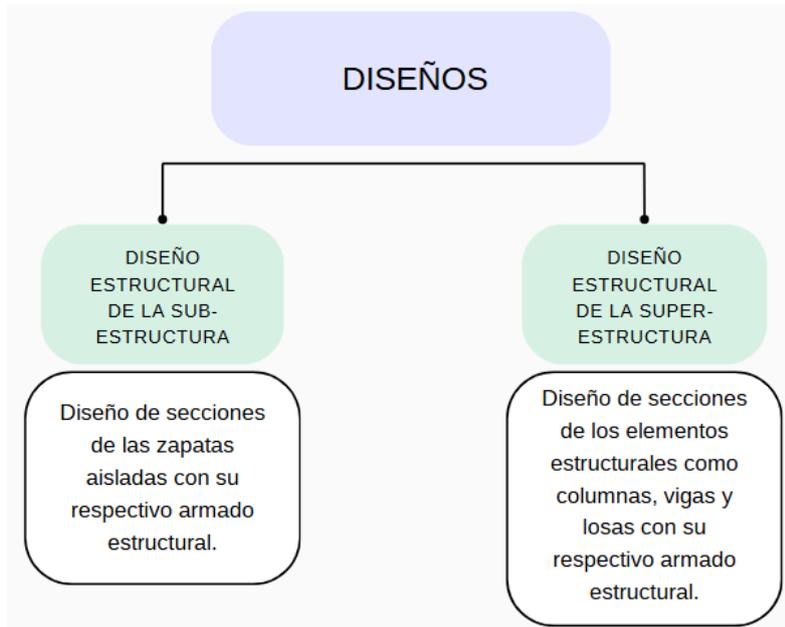


Nota: Esquema realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

El diseño es la médula espinal de la obra civil, razón por la cual se resume todo lo detallado en el capítulo 3 de manera gráfica para un mejor entendimiento.

Figura 67

Detalle de los diseños presentados.

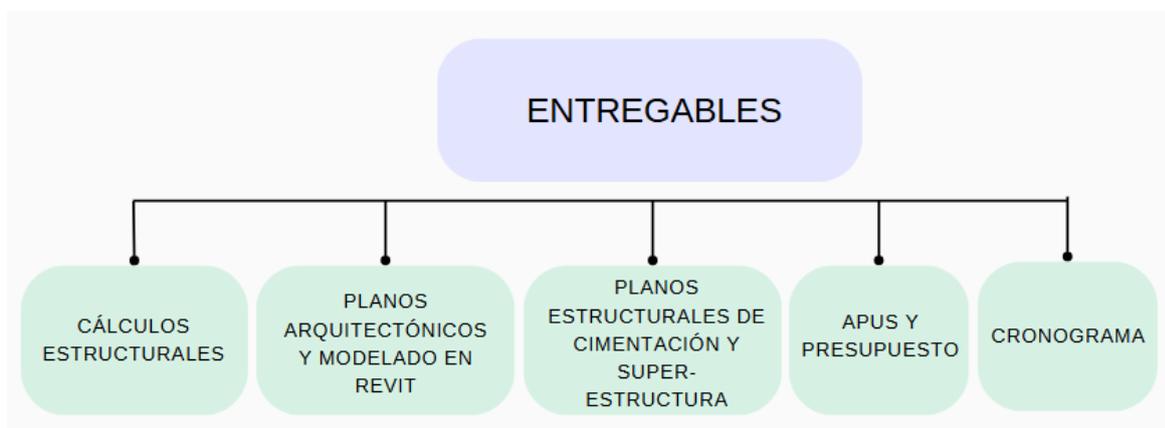


Nota: Esquema realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Una vez culminado el diseño, se necesita presentar todos los documentos necesarios para que se lleve a cabo la construcción de la obra. Los siguientes se detallan en el esquema a continuación.

Figura 68

Detalle de los documentos entregables.



Nota: Esquema realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Rubros y análisis de precios unitarios

En una obra de construcción, como el bloque residencial diseñado, los rubros son las categorías más importantes en las que se puede dividir el proyecto, con el fin de organizar y detallar actividades, mano de obra, materiales y equipos necesarios para llevar a cabo la edificación. Los rubros mostrados en esta sección se estructuran de acuerdo con las etapas del proyecto, tales como: estructuras provisionales, preparativo del terreno, excavación y compactación, subestructura de hormigón, superestructura principal de hormigón, mampostería y acabados. Dentro de cada rubro se engloban un conjunto de descripciones específicas, que desglosan actividades detalladas y los recursos que se requieren; este tipo de organización permite una planificación más eficiente y brinda facilidad con respecto al control de costos y tiempos de construcción.

El análisis de precios unitarios (APU) sirve para determinar el costo de cada partida de rubro mencionado, considerando los recursos a utilizar dependiendo su respectiva unidad de medida. Dentro de estos APU se evalúan los costos de mano de obra, materiales, herramientas, equipos y maquinaria a utilizar, así como también, puede considerar utilidades e imprevistos. El análisis de los rubros y precios unitarios de este proyecto se lo realizó en base a una investigación de mercado tomando como referencia valores de la *Cámara de Construcción de Guayaquil* y de fuentes adicionales como revistas de *Construcción y Desarrollo* del 2024.

Tabla 20

Rubros correspondientes al proceso constructivo del proyecto integrador.

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
1	ESTRUCTURAS TEMPORALES	
1.1	OFICINA TEMPORAL	U
1.2	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE PROVISIONAL	U
1.3	ACOMETIDA ELECTRICA PROVISIONAL	U
2	PREPARACIÓN DEL TERRENO	
2.1	TRAZADO Y REPLANTEO DE OBRA	M2
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN	
3.1	EXCAVACIÓN Y COMPACTACIÓN	M3
3.2	ACERO DE REFUERZO PARA CIMENTACIÓN FY=4200KG/CM2	KG
3.3	HORMIGON PREMEZCLADO PARA CIMENTACIÓN F'C= 210KG/CM2	M3
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO	
4.1	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE F'C 210 KG/CM2, E=5CM	M3
4.2	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2	KG
4.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA VIGAS Y VIGUETAS F'C=210KG/CM2	M3
4.4	HORMIGON PREMEZCLADO PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE F'C= 210KG/CM2	M3
4.5	MALLA ELECTROSOLDADA PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE 55mm	M2
4.6	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNA, FY=4200 KG/CM2	KG
4.7	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA COLUMNAS F'C=210KG/CM2	M3
4.8	ACERO DE REFUERZO PARA ESCALERAS FY=4200KG/CM2	KG
4.9	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA ESCALERA F'C = 210KG/CM2	M3
5	MAMPOSTERIA	
5.1	MAMPOSTERIA NO ESTRUCTURAL DE BLOQUE PESADO E=14CM	M2
5.2	ENLUCIDO INTERIOR	M2
5.3	ENLUCIDO EXTERIOR	M2
5.4	ENLUCIDO DE FILOS	ML
6	ACABADOS	
6.1	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR	M2
6.2	EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR	M2
7	ADICIONALES DE OBRA	
7.1	LIMPIEZA GENERAL DESPUÉS DE LA OBRA	GLOBAL

Nota: Tabla de rubros realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Descripción de cantidades de obra

La descripción de cantidades es un componente fundamental dentro de un análisis de presupuesto en una obra, puesto que detalla de manera precisa las cantidades de algún elemento o actividad dentro del proyecto. Dichas cantidades se calculan en base a los planos estructurales, especificaciones técnicas y normativas vigentes tomadas en el diseño, desglosándose en sus respectivas unidades de medida, sean estas: metros cúbicos (m^3) para movimientos de tierra o vertido de hormigón, metros cuadrados (m^2) para pisos, cubiertas, aceros, y metros lineales (m) para instalaciones o acabados.

Con respecto de este proyecto de construcción, se utilizó el software de modelamiento 3D *REVIT* el cual brinda tablas de planificación con detalles de cantidades para los elementos de hormigón armado y mampostería como longitudes, volúmenes y áreas con gran exactitud. Es necesario definir las cantidades pertinentes para la construcción puesto que, una correcta descripción de las cantidades asegura la viabilidad técnica y económica de la obra, minimizando errores y optimizando recursos durante la ejecución.

Valoración integral del costo del proyecto

Con los rubros definidos y los APU's detallados, se realiza el presupuesto final para la estructura de hormigón armado del bloque residencial, incluyendo mampostería básica y acabados de pintura.

Tabla 21

Presupuesto final correspondiente al proceso constructivo del proyecto integrador.

Proyecto: Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	ESTRUCTURAS TEMPORALES				
1.1	OFICINA TEMPORAL	U	1,00	\$ 130,42	\$ 130,42
1.2	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE PROVISIONAL	U	1,00	\$ 86,80	\$ 86,80
1.3	ACOMETIDA ELECTRICA PROVISIONAL	U	1,00	\$ 104,49	\$ 104,49
2	PREPARACIÓN DEL TERRENO				
2.1	TRAZADO Y REPLANTEO DE OBRA	M2	231,66	\$ 1,59	\$ 368,34
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN				
3.1	EXCAVACIÓN Y COMPACTACION	M3	40,98	\$ 6,21	\$ 254,49
3.2	ACERO DE REFUERZO PARA CIMENTACIÓN FY=4200KG/CM2	KG	640,44	\$ 1,87	\$1.197,62
3.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA CIMENTACIÓN F'C= 280KG/CM2	M3	41,00	\$ 257,10	\$10.541,10
4	SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO				
4.1	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE F'C 210 KG/CM2, E=5CM	M3	11,58	\$ 238,60	\$ 2.763,70
4.2	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2	KG	2761,50	\$ 1,87	\$ 5.164,01
4.3	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA VIGAS Y VIGUETAS F'C=210KG/CM2	M3	38,54	\$ 258,70	\$ 9.970,30
4.4	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE F'C= 210KG/CM2	M3	32,20	\$ 207,24	\$ 6.673,28
4.5	MALLA ELECTROSOLDADA PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE 55mm	M2	463,32	\$ 4,13	\$ 1.913,51
4.6	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNA, FY=4200 KG/CM2	KG	5932,41	\$ 1,87	\$11.093,61
4.7	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA COLUMNAS F'C=210KG/CM2	M3	29,76	\$ 258,70	\$ 7.698,91
5	MAMPOSTERIA				
5.1	MAMPOSTERIA NO ESTRUCTURAL DE BLOQUE PESADO E=14CM	M2	392,90	\$ 19,43	\$ 7.634,05
5.2	ENLUCIDO INTERIOR	M2	451,41	\$ 5,95	\$ 2.685,89
5.3	ENLUCIDO EXTERIOR	M2	451,41	\$ 5,95	\$ 2.685,89
6	ACABADOS				
6.1	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR	M2	451,41	\$ 8,00	\$ 3.611,28
6.2	EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR	M2	451,41	\$ 8,00	\$ 3.611,28
7	ADICIONALES DE OBRA				
7.1	LIMPIEZA GENERAL DESPUÉS DE LA OBRA	GLOBAL			
	TOTAL				\$78.188,97

Se han recopilado las tablas de cantidades del software de diseño Revit, el rubro y Apu para lograr el costo total del proyecto, el cual es de \$ 78.188,97; esto llevado a un análisis de costo por metro cuadrado del área de construcción, representa un costo de \$ 337,52 por m^2 . Cabe recalcar que, este proyecto incluye únicamente la obra gris, no se han considerado acabados adicionales, instalaciones ni mobiliario en el presupuesto presentado.

Cronograma de obra

Es importante conocer el tiempo que durará la obra en su construcción, así como también la duración de cada actividad detallada en el rubro. Para esto, se utiliza la herramienta digital *Microsoft Project*, es una herramienta de gestión de proyectos ampliamente utilizada para planificar, organizar y supervisar proyectos. Su versatilidad permite a los equipos de trabajo gestionar recursos, presupuestos y cronogramas eficientemente, asegurando que los proyectos se completen dentro de los plazos y costos establecidos. A continuación, se destacan sus principales funcionalidades y herramientas útiles:

- i. **Gestión de cronogramas:** Permite crear líneas de tiempo específicas que incluyen actividades, hitos y dependencias entre tareas. Esto ayuda a los equipos a visualizar claramente las fases del proyecto y sus plazos.
- ii. **Asignación de recursos:** Se pueden asignar recursos ya sean humanos, materiales o equipos a cada actividad, equilibrando las cargas de trabajo y evitando la sobreasignación de personal o recursos.
- iii. **Seguimiento del progreso:** Ofrece también herramientas para registrar el avance real de las tareas en comparación con el plan original, lo que facilita la identificación de desviaciones y permite ajustes oportunos.
- iv. **Gestión de presupuestos:** Permite estimar costos, asignar presupuestos a cada tarea y hacer un seguimiento detallado de los gastos para mantener el proyecto dentro del presupuesto.

- v. **Creación de informes:** Genera informes personalizados que incluyen gráficos, tablas y resúmenes del estado del proyecto, facilitando la comunicación con los interesados.

A pesar de todo lo que permite realizar el programa, este se caracteriza por tener herramientas útiles en proyectos constructivos como lo son:

- i. **Diagrama de Gantt:** Ofrece una vista gráfica que facilita la planificación y seguimiento del progreso de las tareas y sus dependencias.
- ii. **Vista de calendario:** Permite una visualización clara de las actividades en un formato de calendario tradicional.
- iii. **Ruta crítica:** Identifica automáticamente las tareas críticas que impactan directamente en la fecha de finalización del proyecto.

Una vez especificado esto, mediante el programa Microsoft Project se determinó el tiempo estimado de construcción del edificio residencial, el cual es de 126 días, lo que equivale a aproximadamente 4 meses y 1 semana. El resultado detallado del cronograma se lo presenta adjuntado en la sección de Planos y Anexos.

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El diseño del bloque residencial de 2 niveles para a Policía Nacional en Tenguel comprende una integración de diversos componentes que abarca la Ingeniería Civil, siendo estos, geotecnia, sistemas estructurales y su respectivo presupuesto, además del criterio técnico desarrollado para lograr un diseño y construcción eficiente y seguro, que a su vez cumpla con estándares de calidad dictados por las normativas vigentes. Este edificio que brindará alojamiento y seguridad a los oficiales tiene una inversión de \$ 78.188,97; con una duración aproximada de 4 meses, por lo que se puede concluir que:

6.1.1. Subestructura: Zapatas aisladas

El terreno en donde se levantará la edificación es un suelo granular con propiedades adecuadas que potencian su capacidad de carga debido a su mejoramiento, esto según los datos arrojados por el estudio geotécnico; se cuenta con un suelo apto para construcción dado que la UPC circuito Tenguel había sido planificada en un principio con un bloque residencial para los cadetes dentro de su predio. Además, las condiciones del terreno implican una reducción en el costo final al prescindir de presupuesto para corte o relleno, y nivelación.

El diseño de la cimentación de este proyecto garantiza una base segura y óptima, con dimensiones adecuadas para que las columnas, centrales, perimetrales y esquineras, según la carga total que transmiten, sean distribuidas correctamente por medio de los plintos hacia el terreno analizado. Debido al tipo de estructura diseñada se optó por cimentación superficial sobre la cimentación profunda, sumado que se cuenta con un terreno adecuado, las zapatas tienen una eficiente operatividad para la obra en cuestión.

De igual forma, las zapatas diseñadas soportan la consideración adicional de mampostería (paredes reforzadas) para la planta baja, lo que implica peso adicional para la estructura y para el suelo. Por lo tanto, el diseño de la subestructura, con sus respectivas consideraciones sísmicas,

comprobaciones de flexión y asentamientos realizadas, asegura un soporte estable donde pueda asentarse la superestructura.

6.1.2. Superestructura de bloque residencial

El diseño estructural del edificio de 2 niveles se realizó conforme a las normativas vigentes a nivel nacional e internacional, asegurando su capacidad para resistir tanto cargas gravitacionales como sísmicas. Se llevó a cabo la verificación de los elementos estructurales principales, en los que incluyen columnas, vigas y losas, garantizando que cumplieran con los parámetros de resistencia, ductilidad y estabilidad exigidos para evitar fallas estructurales y de servicio, y preservar la seguridad e integridad tanto de los cadetes como de la edificación.

La disposición estructural garantiza una distribución eficiente de las cargas gravitacionales y dinámicas hacia los cimientos, reduciendo concentraciones de esfuerzos y limitando deformaciones potenciales; la selección de un sistema estructural optimizado, como marcos rígidos, asegura una respuesta estable y confiable frente a las sollicitaciones anticipadas, brindando una edificación segura para la comunidad, haciendo referencia al ODS 11, asentamientos humanos seguros. De la misma manera, el uso de softwares arquitectónicos y estructurales como son Revit y Etabs respectivamente, permitieron el diseño de las estructuras mediante modelación, junto con un análisis detallado de los esfuerzos, deflexiones y distribución de cargas, los cuales fueron vitales para seccionar adecuadamente los elementos estructurales, cuidando que los costos sean innecesariamente elevados y se tomen consideraciones pertinentes.

Así mismo, se desarrolló con un enfoque en la eficiencia de los recursos, priorizando la selección óptima de materiales y la distribución adecuada de la mano de obra. Se determinaron secciones y refuerzos específicos para cada elemento, maximizando su desempeño. Esta estrategia no solo permite reducir los costos asociados a la construcción, sino que también promueve la sostenibilidad del proyecto al garantizar un aprovechamiento responsable y racional de los insumos disponibles. Además, se seleccionaron materiales resistentes a factores

ambientales, asegurando la durabilidad y el mantenimiento adecuado de la estructura a largo plazo.

6.1.3. Desarrollo Social

La instalación de bloques residenciales de la Policía Nacional desempeña un papel crucial en el desarrollo social al incrementar los niveles de seguridad, amplían la presencia policial en las comunidades, lo que contribuye a disminuir los índices de criminalidad y a crear un entorno de mayor confianza para los ciudadanos. Asimismo, facilitan la prevención de conflictos, la promoción de valores cívicos y el fortalecimiento del cumplimiento de las leyes. Además, su implementación impulsa la economía local mediante la creación de empleos directos e indirectos tanto en la etapa de construcción como durante su operación, mejorando el acceso de las comunidades a servicios fundamentales de protección y seguridad.

6.2.Recomendaciones

6.2.1. Mampostería de Pared Reforzada

Construir paredes reforzadas relleno los bloques convencionales de mampostería con mortero para todas las paredes exteriores de la planta baja, con el fin de crear una barrera protectora estructural contra proyectiles en situaciones extremas de combate contra la delincuencia. De esta manera los cadetes residentes estarán más seguros y así se minimiza el gasto en compra y colocación de sacos de arena que atrincheren las paredes de las instituciones como se ha visto en distintas UPC del Guayas (Guayaquil y Durán) pertenecientes a la zona 8, una de las zonas más peligrosas del país.

6.2.2. Instalaciones

Planificar y llevar a cabo de manera adecuada la instalación de los sistemas eléctricos, hidráulicos y sanitarios, considerando la incorporación de puntos adicionales que faciliten futuras ampliaciones o ajustes en la infraestructura. Se recomienda también utilizar softwares de modelación como Revit con librerías comerciales de instalaciones sanitarias y eléctricas que brindan empresas como Plastigama, las cuales ofrecen detalle de unidades, tipo de material y su respectivo costo.

6.2.3. Mantenimiento

Es importante realizar inspecciones periódicas de los componentes estructurales, como columnas, vigas y losas, para identificar fisuras, corrosión en el refuerzo de acero o posibles asentamientos irregulares. Este enfoque permite detectar problemas estructurales en sus etapas iniciales antes de que se agraven. Asimismo, se debe revisar con regularidad el estado de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias para prevenir fugas, sobrecargas o desgastes. También se recomienda limpiar los sistemas de drenaje y desagüe para evitar bloqueos y daños ocasionados por la acumulación de residuos.

Además, es fundamental mantener los acabados interiores y exteriores, como pintura, revestimientos o impermeabilizantes, a través de limpiezas adecuadas y repintado cuando sea necesario para asegurar su durabilidad. Por lo cual, se recomienda llevar un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento realizadas, indicando fechas, intervenciones y costos. Esto facilita la planificación y asegura que ningún aspecto sea descuidado.

6.2.4. Gestión Ambiental

Reducir los impactos ambientales implementando una gestión eficiente de los residuos generados durante la construcción, preservando las áreas verdes presentes en el entorno y adoptando tecnologías sostenibles, como sistemas de recolección de agua de lluvia y paneles solares para el aprovechamiento de energía renovable. Esto se logra con acciones como el utilizar materiales de calidad certificados y adecuados para la zona geográfica y el clima, priorizando opciones sostenibles y eficientes, como concreto de alta resistencia y acero estructural necesarios.

Referencias

- Amorin, V. (2017). Análisis de la capacidad portante de suelos no cohesivos en climas tropicales para cimentaciones superficiales. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/CPG17-160.pdf>
- Avila, V., Rodríguez, A., Lías, Y. (2005). Influencia de los parámetros medioambientales en la corrosión de elementos estructurales metálicos. *Ciencias Holguín*.
<https://www.redalyc.org/pdf/1815/181517866003.pdf>
- Cabrera, J. (2012). Diseño sismorresistente de estructuras mixtas de acero y concreto v. *Civilgeeks.com Ingeniería y Construcción*. <https://civilgeeks.com/2012/03/25/diseño-sismorresistente-de-secciones-mixtas-de-acero-y-concreto-v/>
- Codimec S.A. (2017). La sostenibilidad del acero y las estructuras metálicas. *Acero para un mundo sostenible*. <https://www.codimec.com/single-post/2017/02/03/la-sostenibilidad-del-acero-y-las-estructuras-met-c3-81licas>
- Gervásio, H. (2005). La sustentabilidad del acero y las estructuras metálicas. *Tecnología*.
<https://icha.cl/wp-content/uploads/2014/12/LA-Sustentabilidad-del-Acero-y-Las-Estructuras-Met%C3%A1licas.pdf>
- Guevara, T. (2023). Ecuador es el país más inseguro de Latinoamérica, según Gallup. *Voz de América*. <https://www.vozdeamerica.com/a/ecuador-percibido-como-el-pais-mas-inseguro-de-latinoamerica-segun-gallup-/6925876.html>
- IUCPOL. (2024). Crisis de Seguridad en Ecuador 2024: Análisis de Noticias. *Instituto Universal de Capacitación Policial*. <https://iucpol.com/crisis-seguridad-ecuador-2024-analisis/>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2018). Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción). <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Ministerio de Gobierno. (2014). *Policía Comunitaria se consolida en el país.*

<https://www.ministeriodegobierno.gob.ec/policia-comunitaria-se-consolida-en-el-pais/#:~:text=Las%20354%20unidades%20de%20Polic%C3%ADa,la%20Polic%C3%ADa%20a%20los%20ecuatorianos.>

Renne, N., Kara de Maeijer, P., Craeye, B., Boule, M. y Audenaert, A. (2022). Sustainable Assessment of Concrete Repairs through Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Cost Analysis (LCCA). *MDPI*. <https://doi.org/10.3390/infrastructures7100128>

Rincón, L., Moscos, Y., Matos, J., El Amine, A. y Bastidas, E. (2024). Degradation Models and Maintenance Strategies for Reinforced Concrete Structures in Coastal Environments under Climate Change: A Review. *MDPI*. <https://doi.org/10.3390/buildings14030562>

K. Loor, “Pandillas y Naciones de Ecuador,” Guayaquil, EC: Ser Paz, 2016.

Reglamento General de Bienes del Sector Público. (2006, 17 de octubre). Asamblea Nacional. Registro Oficial 378. https://www.cancilleria.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/reglamento_bienes.pdf

PLANOS Y ANEXOS

Análisis de Precios Unitarios

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
1	ESTRUCTURAS TEMPORALES				4
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
1.1	OFICINA TEMPORAL				U
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
HERRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBRA)					\$ 1,99
Subtotal equipos					\$ 1,99
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	2	2,75	5,5000	4,0000	\$ 22,00
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,08	4,53	0,3624	4,0000	\$ 1,45
Carpintero	1	4,09	4,0900	4,0000	\$ 16,36
Subtotal mano de obra					\$ 39,81
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Cuarton encofrado S-D 5V 2"x3"	u	2	4,2	\$ 8,40	
Tabla de encofrado	u	5	5,38	\$ 26,90	
Clavos 2 1/2"	kg	0,4	1,32	\$ 0,53	
Plancha de zinc	u	1	10	\$ 10,00	
Bisagras de acero inoxidable de 3"	u	1	4,55	\$ 4,55	
Candado	u	1	16,5	\$ 16,50	
Subtotal materiales					\$ 66,88
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 108,68
INDIRECTOS %				20%	21,7360
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					130,4150
VALOR OFERTADO					\$ 130,42

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
1	ESTRUCTURAS TEMPORALES				2
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
1.2	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE PROVISIONAL				U
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
HERRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBRA)					\$ 2,32
Subtotal equipos					\$ 2,32
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	4	2,75	11,0000	2,0000	\$ 22,00
Plomero	1	4,09	4,0900	2,0000	\$ 8,18
Ayudante de plomero	2	4,03	8,0600	2,0000	\$ 16,12
Subtotal mano de obra					\$ 46,30
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Tee PVC 1/2" roscable	u	3	0,58	\$ 1,74	
Tuberia de 1/2 roscable	u	1	5,38	\$ 5,38	
Union PVC 1/2" (roscable)	kg	5	1,32	\$ 6,60	
LLAVE PARA FREJADERO MESON	u	1	10	\$ 10,00	
Subtotal materiales					\$ 23,72
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS				\$ 72,34	
INDIRECTOS %			20%	14,4670	
UTILIDAD %				0,0000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				86,8020	
VALOR OFERTADO				\$ 86,80	

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)	
1	ESTRUCTURAS TEMPORALES				2	
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD	
1.3	ACOMETIDA ELECTRICA PROVISIONAL				U	
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
HERRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBRA)						\$ 2,17
Equipo para instalacion electrica		1	13,31	13,31	2	\$ 26,62
Herramienta menor (5% M.O)		0,5	0	0	2	\$ -
Herramientas varias		0,5	0,4	0,2	2	\$ 0,40
Subtotal equipos						\$ 27,02
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón		2	2,75	5,5000	2,0000	\$ 11,00
Electricista o instalador de revestimiento en general		1	4,09	4,0900	2,0000	\$ 8,18
Ayudante de electricista		2	4,03	8,0600	2,0000	\$ 16,12
Técnico electromecánico de construcción		1	4,09	4,0900	2,0000	\$ 8,18
Subtotal mano de obra						\$ 43,48
3. MATERIALES						
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
ACOMETIDA CABLE CU CONCENTRICO 3X8 AWG			ML	2	4,9392	\$ 9,88
Cable # 12			ml	1	5,38	\$ 5,38
Cable #1/0 AWG TTU			ml	1	1,32	\$ 1,32
Subtotal materiales						\$ 16,58
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte						\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS						\$ 87,08
INDIRECTOS %					20%	17,4160
UTILIDAD %						0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						104,4940
VALOR OFERTADO						\$ 104,49

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)	
2	PREPARACIÓN DEL TERRENO				0,03	
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD	
2.1	TRAZADO Y REPLANTEO DE OBRA				M2	
1. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)						\$ 0,02
Teodolito		1	2,5	2,5	0,03	\$ 0,08
Subtotal equipos						\$ 0,09
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón		2	2,75	5,5000	0,0300	\$ 0,17
Residente de Obra		1	4,55	4,5500	0,0300	\$ 0,14
Subtotal mano de obra						\$ 0,30
3. MATERIALES						
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Cal viva (saco 25Kg)		saco	0,05	8	\$ 0,40	
Cuarton encofrado S-D 5V 2"x3"		u	0,1	4,2	\$ 0,42	
Clavos 2 1/2 plg x 10		KG	0,01	1,32	\$ 0,01	
Tiras de madera		u	0,2	0,5	\$ 0,10	
Subtotal materiales						\$ 0,93
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte						\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS						\$ 1,33
INDIRECTOS %				20%		0,2650
UTILIDAD %						0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						1,5900
VALOR OFERTADO						\$ 1,59

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN				0,06
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
3.1	EXCAVACIÓN Y COMPACTACIÓN				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
HERRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBRA)					\$ 0,07
Volquete de 12 m3	1	40	40	0,06	\$ 2,40
Retroexcavadora 75 HP	1	19	19	0,06	\$ 1,14
Compactador mediano manual	1	1,75	1,75	0,06	\$ 0,11
Subtotal equipos					\$ 3,71
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	3	2,75	8,2500	0,0600	\$ 0,50
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,06	4,0600	0,0600	\$ 0,24
CHOFER: Otros camiones (Estr.Oc.C1)	1	4,34	4,3400	0,0600	\$ 0,26
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	1	5,98	5,9800	0,0600	\$ 0,36
Subtotal mano de obra					\$ 1,36
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Estacas , pintura, piola,etc	u	2	0,05	\$ 0,10	
Subtotal materiales					\$ 0,10
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 5,17
INDIRECTOS %				20%	1,0340
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6,2050
VALOR OFERTADO					\$ 6,21

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN				0,015
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
3.2	ACERO DE REFUERZO PARA CIMENTACIÓN FY=4200KG/CM2				KG
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	3				\$ 0,01
Subtotal equipos					\$ 0,01
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Ayudante de fierro	2	4,03	8,0600	0,0150	\$ 0,12
Fierro	1	4,09	4,0900	0,0150	\$ 0,06
Peón	2	2,75	5,5000	0,0150	\$ 0,08
Subtotal mano de obra					\$ 0,27
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Alambre de amarre #18	kg	0,02	1,5	\$ 0,03	
Acero de refuerzo F'y= 4200 Kg/cm2	kg	1	1,25	\$ 1,25	
Subtotal materiales					\$ 1,28
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 1,56
INDIRECTOS %				20%	0,3120
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,8700
VALOR OFERTADO					\$ 1,87

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
3	SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, CIMENTACIÓN				1,2
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
3.3	HORMIGON PREMEZCLADO PARA CIMENTACIÓN F'C= 210KG/CM2				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	1				\$ 1,47
Bomba para hormigón	0,08	12,5	1	1,2	\$ 1,20
Vibrador	0,36	2,75	0,99	1,2	\$ 1,19
Concretera de 1 Saco	1	3,5	3,5	1,2	\$ 4,20
Subtotal equipos					\$ 8,06
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Ayudante de carpintero	0,1	4,03	0,4030	1,2000	\$ 0,48
Carpintero	2,2	4,09	8,9980	1,2000	\$ 10,80
Peón	4	2,75	11,0000	1,2000	\$ 13,20
Albañil	1	4,09	4,0900	1,2000	\$ 4,91
Subtotal mano de obra					\$ 29,39
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Alambre de amarre #18	kg	0,22	1,5	\$ 0,33	
Clavos	kg	0,12	1,6	\$ 0,19	
Tabla de encofrado	u	4	5,38	\$ 21,52	
Hormigón F'c= 210 kg/cm2	M3	1	154,76	\$ 154,76	
Subtotal materiales					\$ 176,80
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 214,25
INDIRECTOS %				20%	42,8500
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					257,1000
VALOR OFERTADO					\$ 257,10

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				0,3
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.1	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE F'C 210 KG/CM2, E=5CM				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	3				\$ 0,28
Concretera de 1 Saco	1	3,5	3,5	0,3	\$ 1,05
Subtotal equipos					\$ 1,33
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	2	2,75	5,5000	0,3000	\$ 1,65
Albañil	1	4,09	4,0900	0,3000	\$ 1,23
Carpintero	2,2	4,09	8,9980	0,3000	\$ 2,70
Ayudante de carpintero	0,1	4,03	0,4030	0,3000	\$ 0,12
Subtotal mano de obra					\$ 5,70
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Alambre de amarre #18	kg	0,22	1,5	\$ 0,33	
Hormigón F'c= 210 kg/cm2	M3	1	154,76	\$ 154,76	
Tabla de encofrado	u	4	5,38	\$ 21,52	
Clavos	kg	0,12	1,6	\$ 0,19	
Puntales	u	10	1,5	\$ 15,00	
Subtotal materiales					\$ 191,80
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 198,83
INDIRECTOS %				20%	39,7670
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					238,6010
VALOR OFERTADO					\$ 238,60

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				0,015
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.2	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2				KG
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	3				\$ 0,01
Subtotal equipos					\$ 0,01
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Ayudante de fierro	2	4,03	8,0600	0,0150	\$ 0,12
Fierro	1	4,09	4,0900	0,0150	\$ 0,06
Peón	2	2,75	5,5000	0,0150	\$ 0,08
Subtotal mano de obra					\$ 0,27
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Alambre de amarre #18	kg	0,02	1,5	\$ 0,03	
Acero de refuerzo F' y= 4200 Kg/cm2	kg	1	1,25	\$ 1,25	
Subtotal materiales					\$ 1,28
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 1,56
INDIRECTOS %				20%	0,3120
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,8700
VALOR OFERTADO					\$ 1,87

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				1,2
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.4	HORMIGON PREMEZCLADO PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE F'C= 210KG/CM2				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	3				\$ 0,74
Bomba para hormigón	0,08	12,5	1	1,2	\$ 1,20
Vibrador	0,36	2,75	0,99	1,2	\$ 1,19
Subtotal equipos					\$ 3,13
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	3	2,75	8,2500	1,2000	\$ 9,90
Albañil	1	4,09	4,0900	1,2000	\$ 4,91
Subtotal mano de obra					\$ 14,81
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Hormigón F'c= 210 kg/cm2	M3	1	154,76	\$ 154,76	
Subtotal materiales					\$ 154,76
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 172,70
INDIRECTOS %				20%	34,5390
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					207,2350
VALOR OFERTADO					\$ 207,24

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				0,06
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.5	MALLA ELECTROSOLDADA PARA LOSA DE PLACA COLABORANTE 55mm				M2
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	3				\$ 0,04
Subtotal equipos					\$ 0,04
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Fierrero	2	4,09	8,1800	0,0600	\$ 0,49
Ayudante de fierrero	1	4,03	4,0300	0,0600	\$ 0,24
Peón	1	2,75	2,7500	0,0600	\$ 0,17
Subtotal mano de obra					\$ 0,90
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Malla electrosoldada R84 (e=4mm, 15x15cm)	m2	1	2,5	\$ 2,50	
Subtotal materiales					\$ 2,50
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 3,44
INDIRECTOS %				20%	0,6890
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,1320
VALOR OFERTADO					\$ 4,13

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				0,015
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.6	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNA, FY=4200 KG/CM2				KG
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	3				\$ 0,01
Subtotal equipos					\$ 0,01
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Ayudante de fierro	2	4,03	8,0600	0,0150	\$ 0,12
Fierro	1	4,09	4,0900	0,0150	\$ 0,06
Peón	2	2,75	5,5000	0,0150	\$ 0,08
Subtotal mano de obra					\$ 0,27
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Alambre de amarre #18	kg	0,02	1,5	\$ 0,03	
Acero de refuerzo F'y= 4200 Kg/cm2	kg	1	1,25	\$ 1,25	
Subtotal materiales					\$ 1,28
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 1,56
INDIRECTOS %				20%	0,3120
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,8700
VALOR OFERTADO					\$ 1,87

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	SUPERESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN ARMADO				1,2
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
4.7	HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA COLUMNAS F'C=210KG/CM2				M3
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	3				\$ 1,30
Bomba para hormigón	0,08	12,5	1	1,2	\$ 1,20
Vibrador	0,36	2,75	0,99	1,2	\$ 1,19
Subtotal equipos					\$ 3,69
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	3	2,75	8,2500	1,2000	\$ 9,90
Albañil	1	4,09	4,0900	1,2000	\$ 4,91
Carpintero	2,2	4,09	8,9980	1,2000	\$ 10,80
Ayudante de carpintero	0,1	4,03	0,4030	1,2000	\$ 0,48
Subtotal mano de obra					\$ 26,09
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Hormigón F'c= 210 kg/cm2	M3	1	154,76	\$ 154,76	
Alambre de amarre #18	kg	0,22	1,5	\$ 0,33	
Tabla de encofrado	u	4	5,38	\$ 21,52	
Clavos	kg	0,12	1,6	\$ 0,19	
Puntales	u	6	1,5	\$ 9,00	
Subtotal materiales					\$ 185,80
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 215,59
INDIRECTOS %				20%	43,1170
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					258,7020
VALOR OFERTADO					\$ 258,70

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
2	PREPARACIÓN DEL TERRENO				0,5
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
5.1	MAMPOSTERIA NO ESTRUCTURAL DE BLOQUE PESADO E=14CM				M2
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,21
Andamios	2	1	2	0,5	\$ 1,00
Subtotal equipos					\$ 1,21
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	1	2,75	2,7500	0,5000	\$ 1,38
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,3	4,53	1,3590	0,5000	\$ 0,68
Albañil	1	4,09	4,0900	0,5000	\$ 2,05
Subtotal mano de obra					\$ 4,10
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Bloque 15x20x40cm	u	12,82	0,55	\$ 7,05	
Cemento	kg	0,8	0,19	\$ 0,15	
Arena fina	m3	0,03	18	\$ 0,54	
AGUA	M3	0,1	0,85	\$ 0,09	
Cemento	kg	12,8	0,19	\$ 2,43	
Arena fina	m3	0,03	18	\$ 0,54	
AGUA	M3	0,1	0,85	\$ 0,09	
Subtotal materiales					\$ 10,89
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 16,19
INDIRECTOS %			20%	3,2380	
UTILIDAD %				0,0000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19,4280
VALOR OFERTADO					\$ 19,43

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	MAMPOSTERIA				0,4
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
5.2	ENLUCIDO INTERIOR				M2
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,15
Andamios	2	1	2	0,4	\$ 0,80
Subtotal equipos					\$ 0,95
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	1	2,75	2,7500	0,4000	\$ 1,10
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,53	0,4530	0,4000	\$ 0,18
Albañil	1	4,09	4,0900	0,4000	\$ 1,64
Subtotal mano de obra					\$ 2,92
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Cemento	kg	3,9	0,19	\$ 0,74	
Arena fina	m3	0,018	18	\$ 0,32	
Agua potable	lt	30	0,001	\$ 0,03	
Subtotal materiales					\$ 1,10
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 4,96
INDIRECTOS %				20%	0,9920
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,9500
VALOR OFERTADO					\$ 5,95

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	MAMPOSTERIA				0,4
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
5.3	ENLUCIDO EXTERIOR				M2
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,15
Andamios	2	1	2	0,4	\$ 0,80
Subtotal equipos					\$ 0,95
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Peón	1	2,75	2,7500	0,4000	\$ 1,10
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,53	0,4530	0,4000	\$ 0,18
Albañil	1	4,09	4,0900	0,4000	\$ 1,64
Subtotal mano de obra					\$ 2,92
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Cemento	kg	3,9	0,19	\$ 0,74	
Arena fina	m3	0,018	18	\$ 0,32	
Agua potable	lt	30	0,001	\$ 0,03	
Subtotal materiales					\$ 1,10
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 4,96
INDIRECTOS %				20%	0,9920
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,9500
VALOR OFERTADO					\$ 5,95

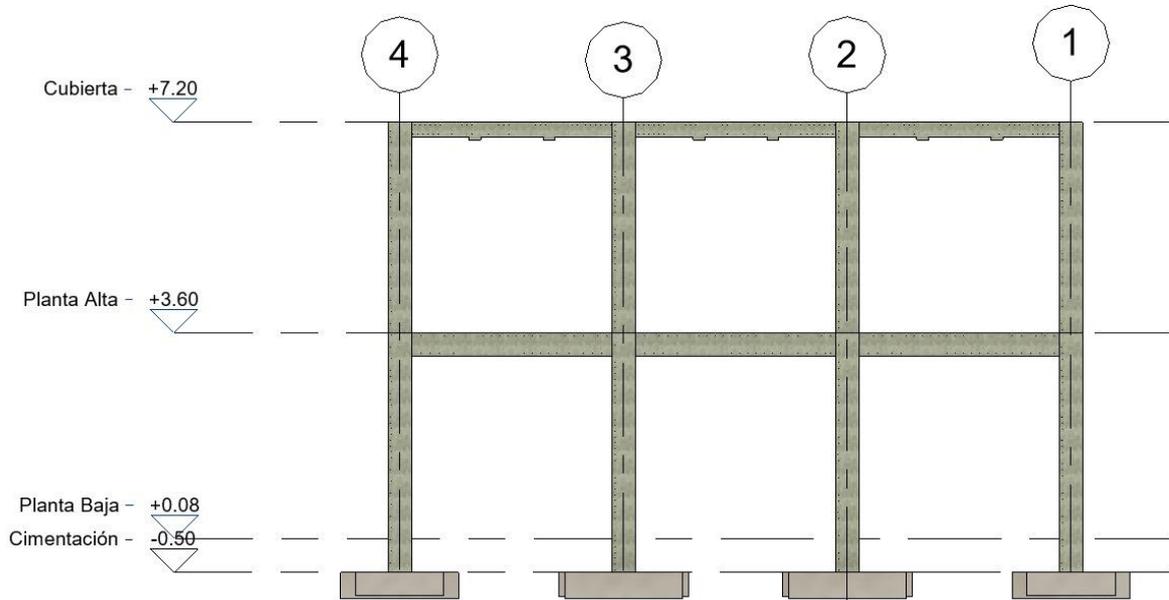
Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	MAMPOSTERIA				0,4
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
6.1	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR				M2
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,4	\$ -
Andamios	1	1	1	0,4	\$ 0,40
Subtotal equipos					\$ 0,40
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Albañil	1	4,09	4,0900	0,4000	\$ 1,64
Pintor	1	4,09	4,0900	0,4000	\$ 1,64
Peón	1	2,75	2,7500	0,4000	\$ 1,10
Subtotal mano de obra					\$ 4,37
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Resina	Gl	0,07	12,35	\$ 0,87	
Agua	m3	0,03	1	\$ 0,03	
Lija según especificaciones	u	0,2	1,12	\$ 0,22	
Pintura al caucho S//IL	galon	0,04	18,05	\$ 0,72	
Empaste	kg	0,07	0,7397	\$ 0,05	
Subtotal materiales					\$ 1,89
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 6,67
INDIRECTOS %				20%	1,3330
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,9980
VALOR OFERTADO					\$ 8,00

Proyecto:	Diseño Estructural de Bloque Residencial de 2 Niveles para la Policía Nacional - Guayas, Tenguel.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
No. Cap	CAPITULO				RENDIM (H/U)
4	MAMPOSTERIA				0,4
ITEM	ACTIVIDAD				UNIDAD
6.1	EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR				M2
1. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	RENDM	COSTO
Herramienta menor (5% M.O)	1	0	0	0,4	\$ -
Andamios	1	1	1	0,4	\$ 0,40
Subtotal equipos					\$ 0,40
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HOR	RENDIM	COSTO
Albañil	1	4,09	4,0900	0,4000	\$ 1,64
Pintor	1	4,09	4,0900	0,4000	\$ 1,64
Peón	1	2,75	2,7500	0,4000	\$ 1,10
Subtotal mano de obra					\$ 4,37
3. MATERIALES					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO	
Resina	Gl	0,07	12,35	\$ 0,87	
Agua	m3	0,03	1	\$ 0,03	
Lija según especificaciones	u	0,2	1,12	\$ 0,22	
Pintura al caucho S//IL	galon	0,04	18,05	\$ 0,72	
Empaste	kg	0,07	0,7397	\$ 0,05	
Subtotal materiales					\$ 1,89
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal transporte					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS					\$ 6,67
INDIRECTOS %				20%	1,3330
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,9980
VALOR OFERTADO					\$ 8,00

Modelado 3D final

Figura 69

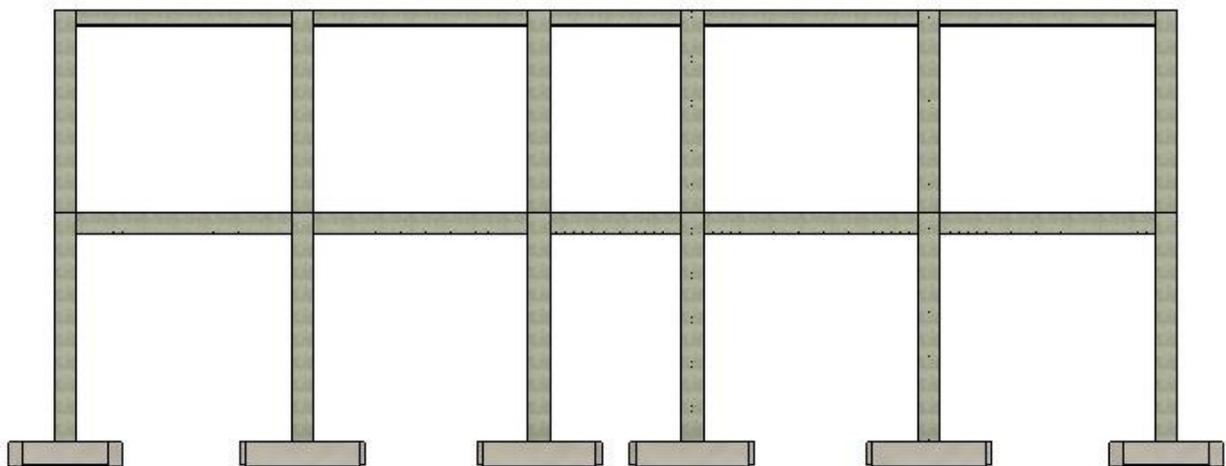
Modelado 3D vista lateral de la estructura.



Nota: Modelación 3D realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 70

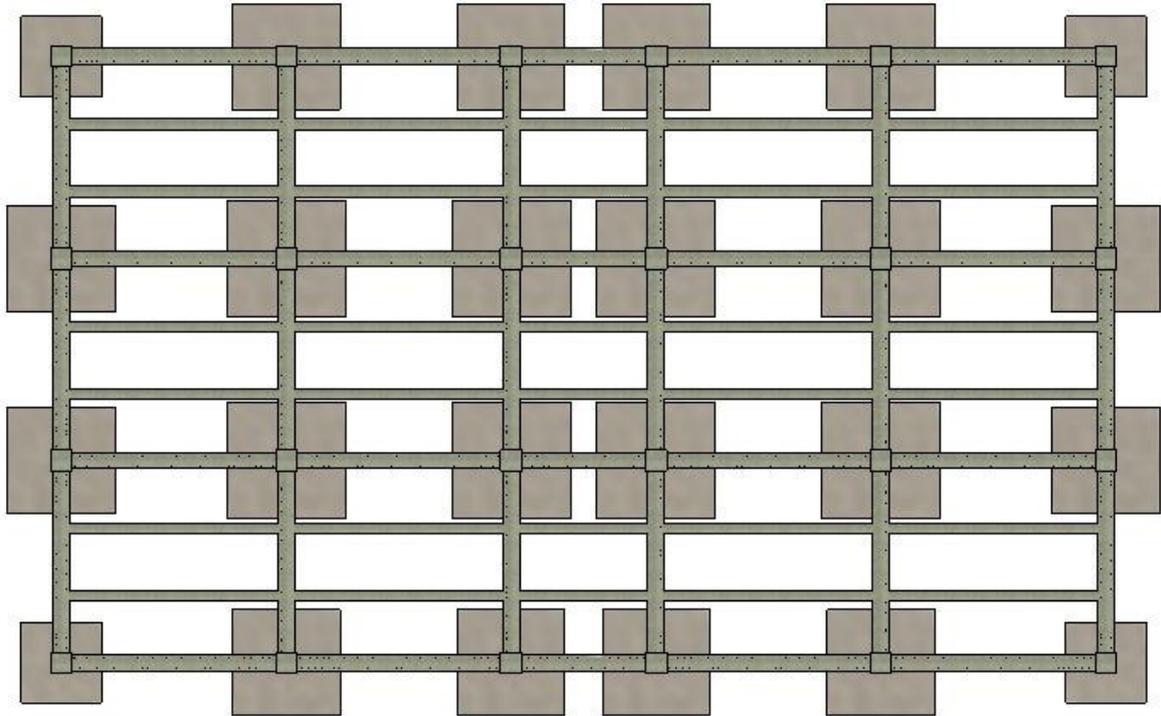
Modelado 3D vista frontal de la estructura.



Nota: Modelación 3D realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 70

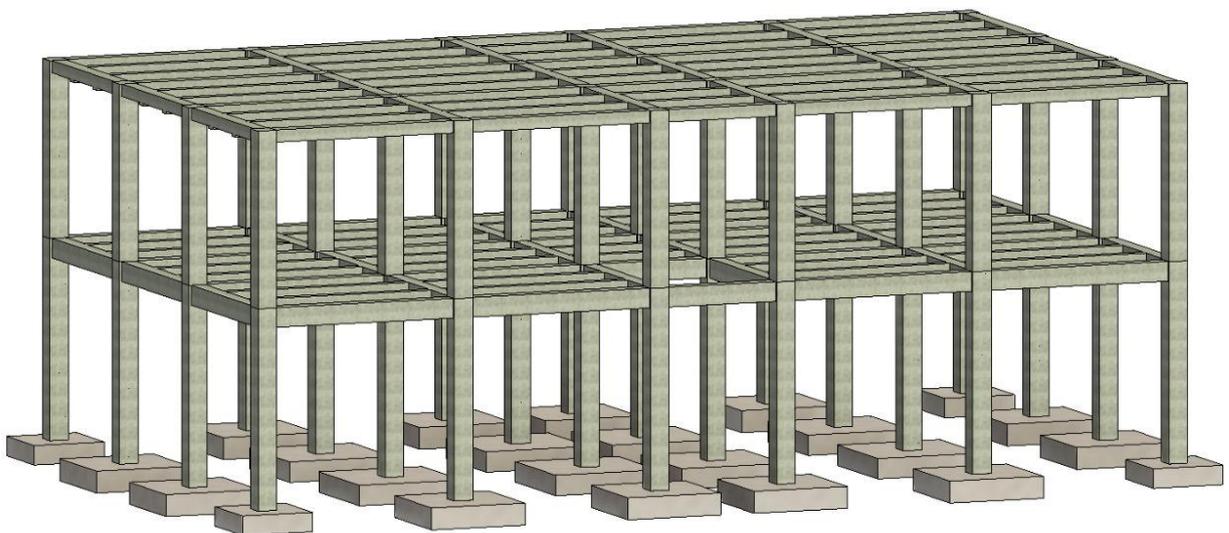
Modelado 3D vista en planta de la estructura.



Nota: Modelación 3D realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 71

Modelado 3D de la estructura de hormigón armado.

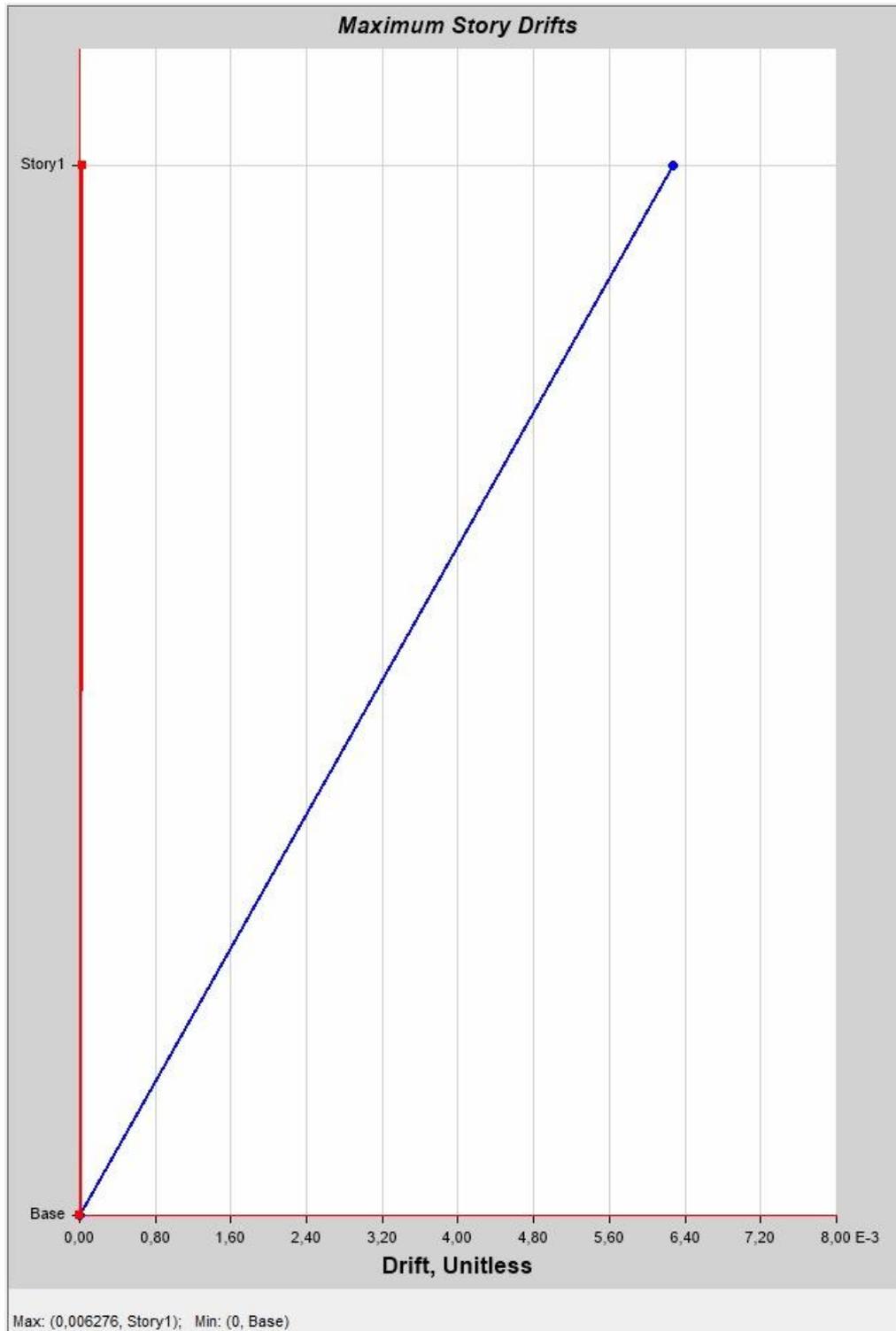


Nota: Modelación 3D realizado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Derivas en X y en Y

Figura 72

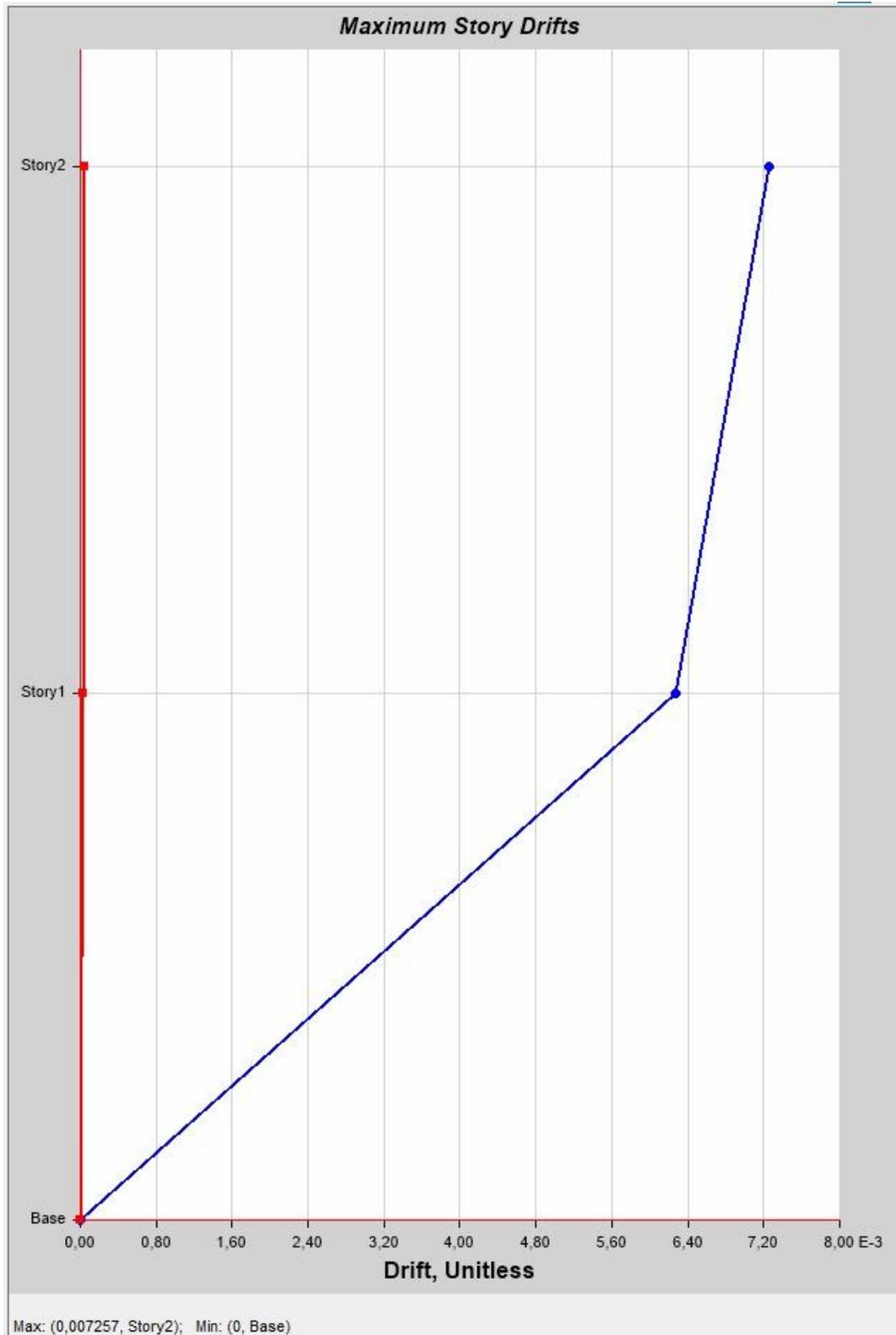
Deriva sismo en X generada por Etabs.



Nota: Gráfica generada por Etabs, elaborado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 73

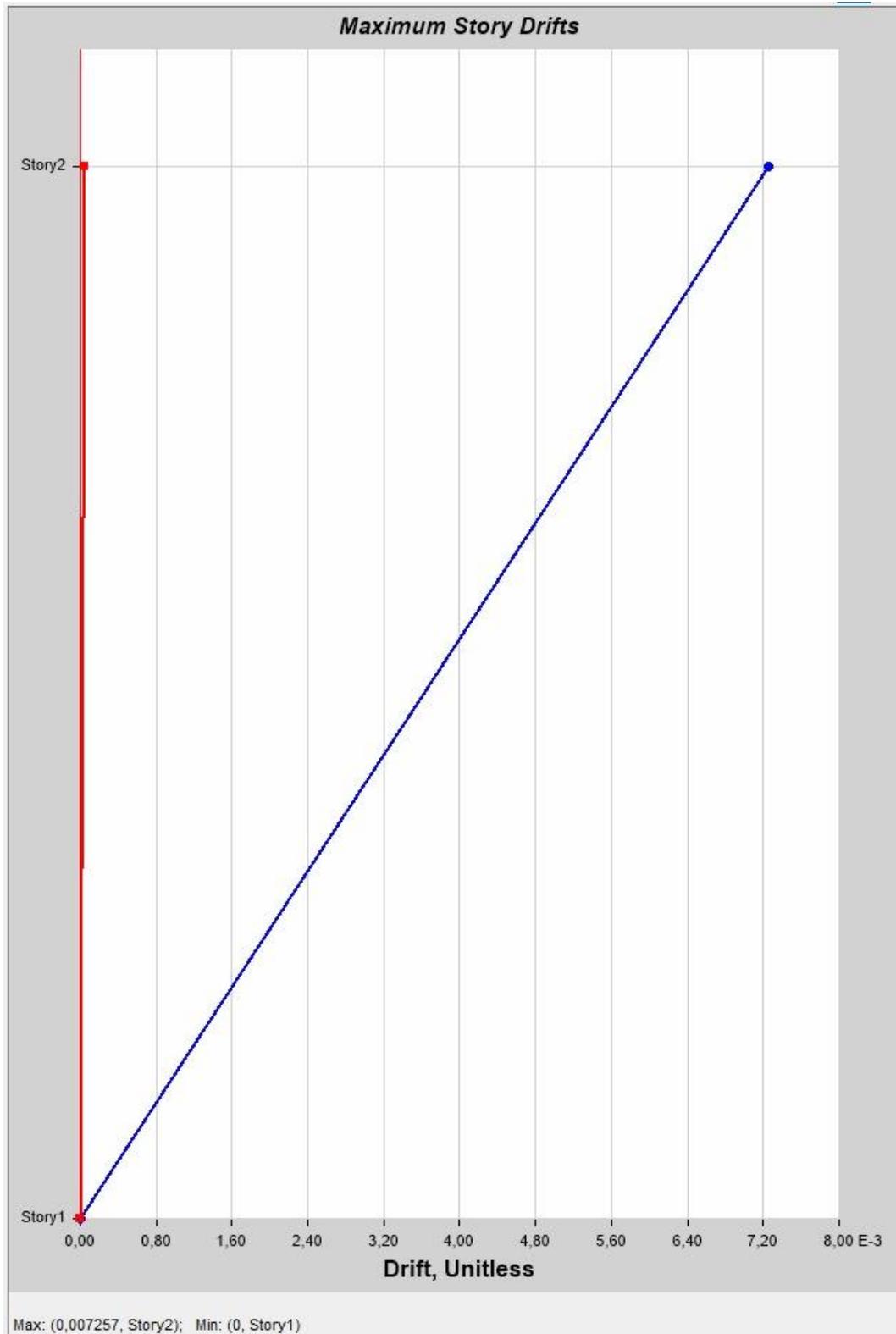
Deriva sismo en X generada por Etabs.



Nota: Gráfica generada por Etabs, elaborado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 74

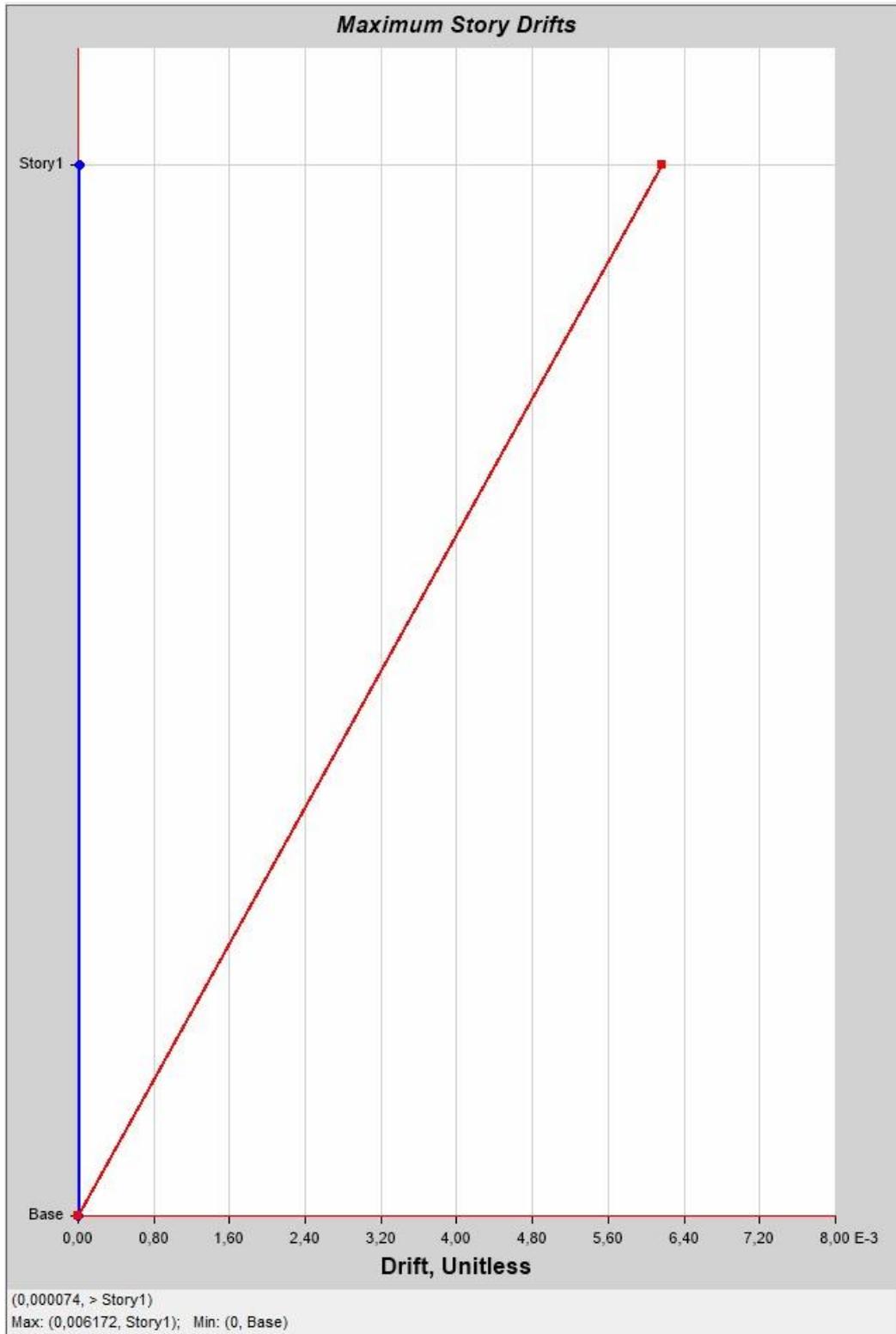
Deriva sismo en X generada por Etabs.



Nota: Gráfica generada por Etabs, elaborado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 75

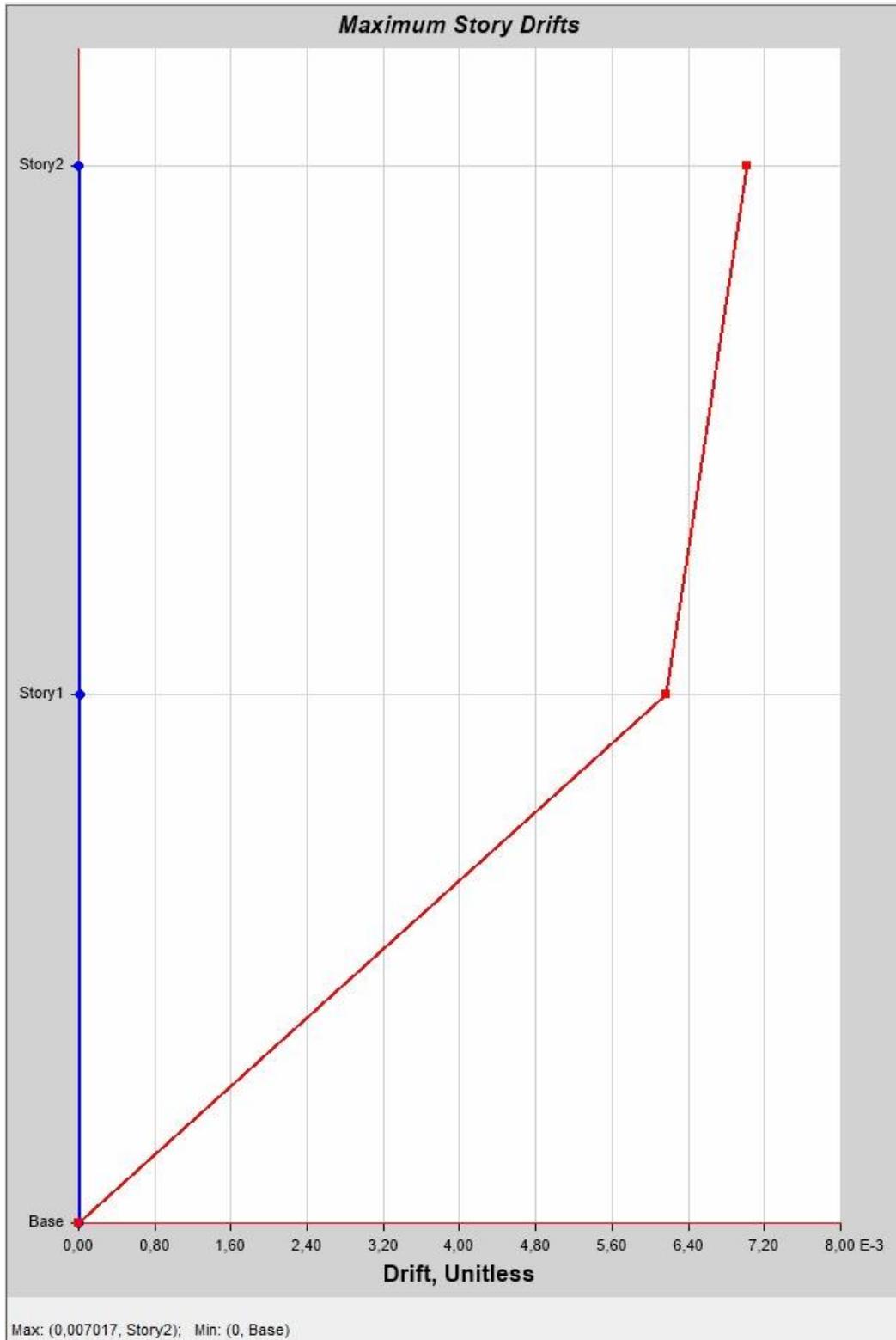
Deriva sismo en Y generada por Etabs.



Nota: Gráfica generada por Etabs, elaborado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Figura 76

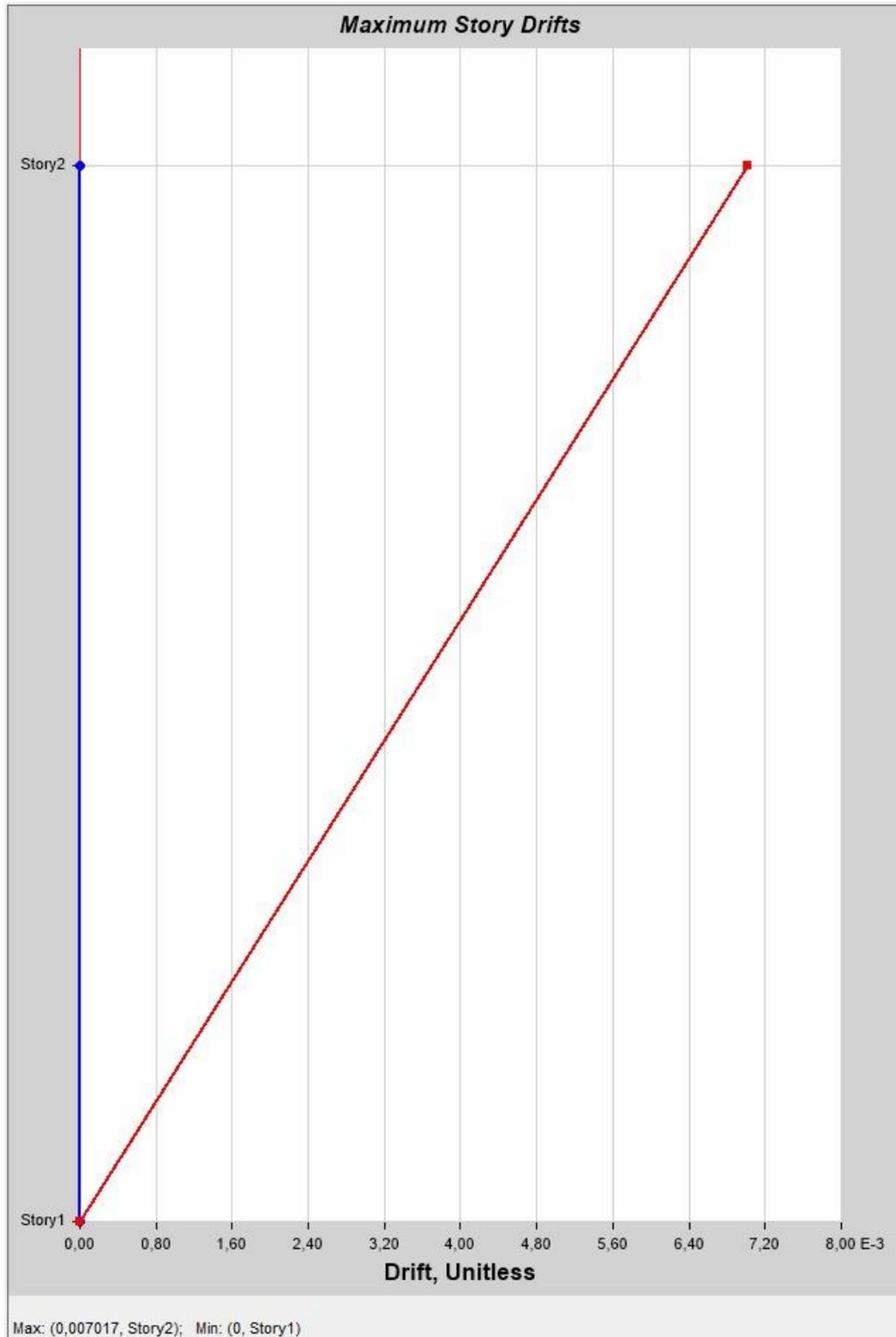
Deriva sismo en Y generada por Etabs.



Nota: Gráfica generada por Etabs, elaborado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

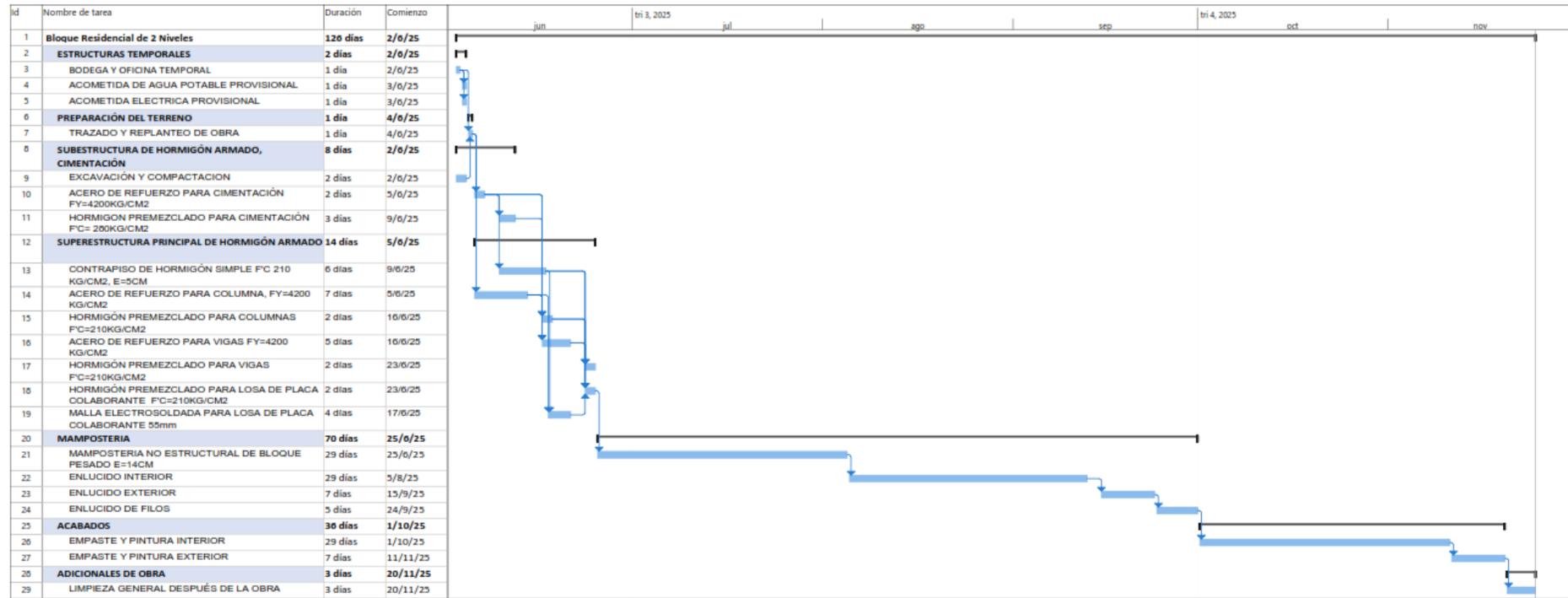
Figura 76

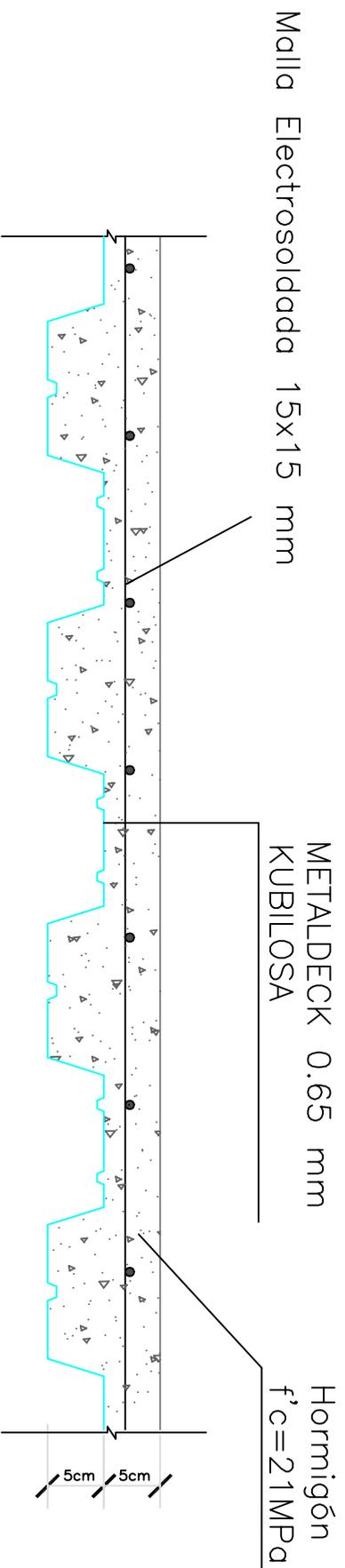
Deriva sismo en Y generada por Etabs.



Nota: Gráfica generada por Etabs, elaborado por los autores de este documento (Criollo y Sigüencia, 2024).

Cronograma de trabajo

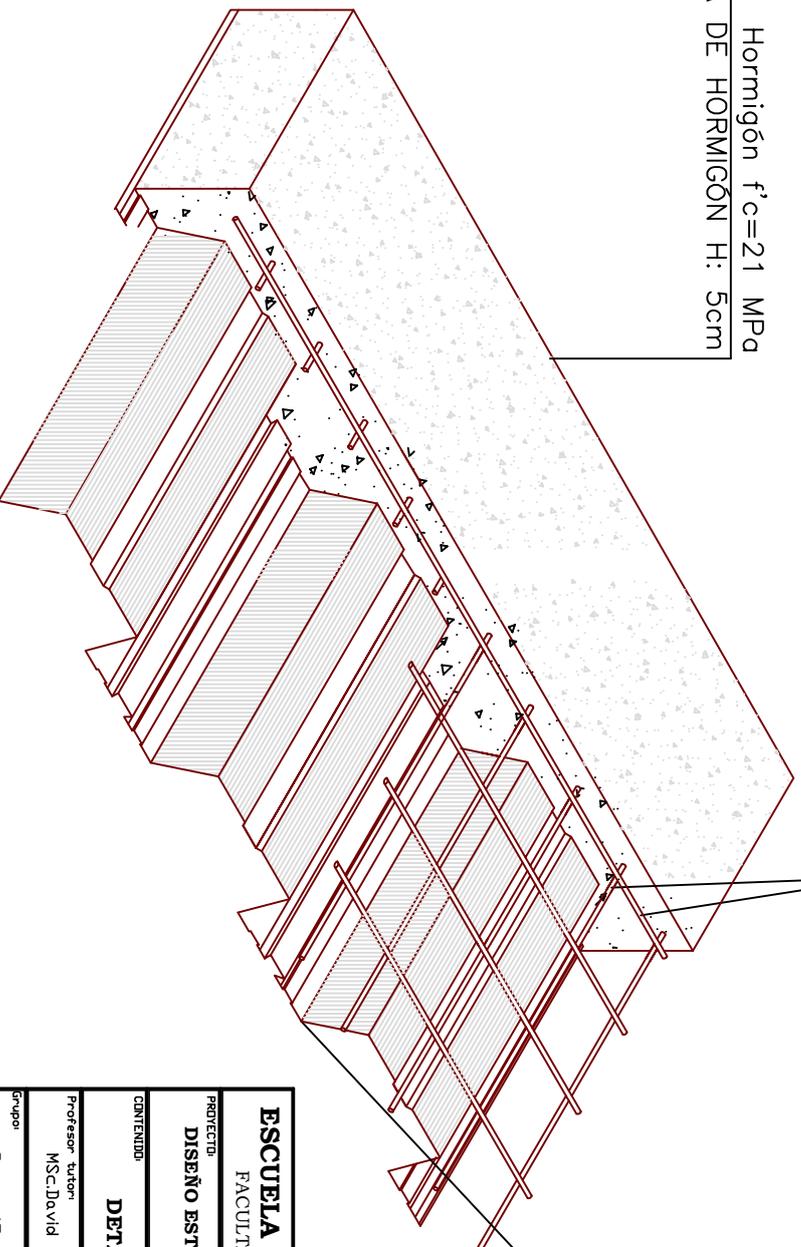




REFUERZO DE RETRACCION DE FRAGUADO
MALLA ELECTROSOLDADA \varnothing 5mm. @ 15cm.
AMBAS DIRECCIONES

Hormigón $f'c=21$ MPa
PLACA DE HORMIGÓN H: 5cm

LAMINA DE ACERO
METALDECK 0.65 mm
KUBILOSA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA UPC EN TENGUEL: EDIFICIO DE 2 NIVELES PARA PERSONAL POLICIAL

CONTENIDO:

DETALLE DE ARMADO DE LOSA STEEL DECK

Profesor tutor:

MSc. David Valverde

Materia:

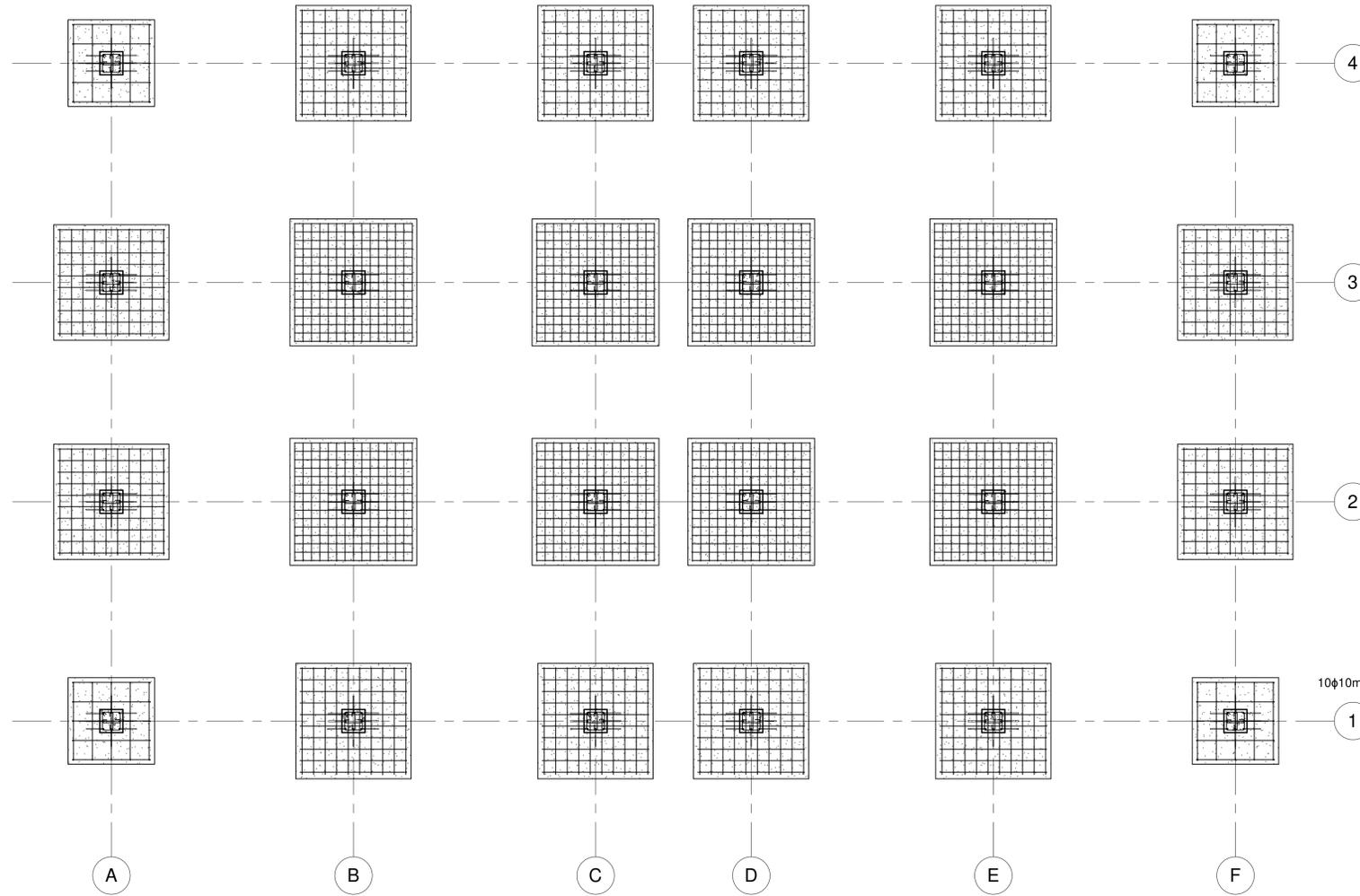
MATERIA
INTEGRADORA
INGENIERÍA CIVIL

Fecha de entrega:
09-01-2025

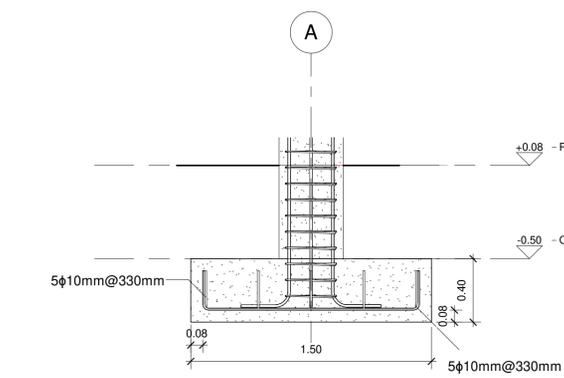
Láminas:

1

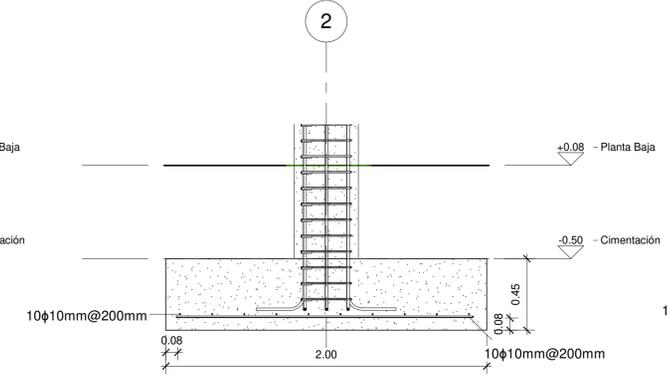
Grupo:
Grupo 15



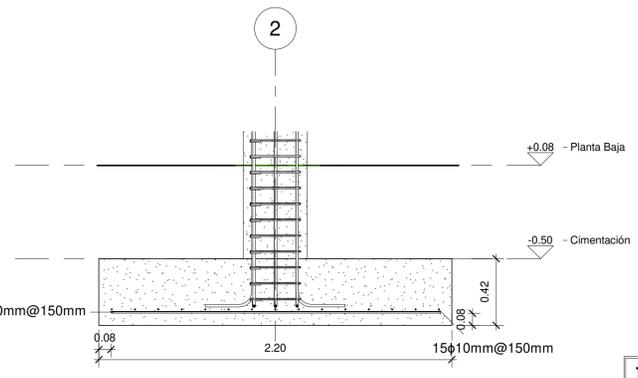
4 Vista en planta Plintos Aislados
1:50



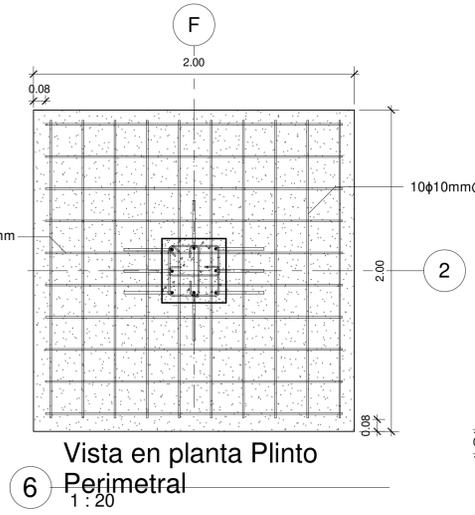
2 Corte Plinto Esquinero
1:20



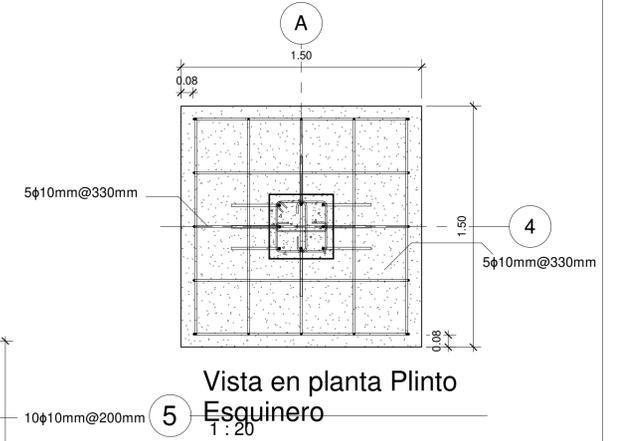
3 Corte Plinto Perimetral
1:20



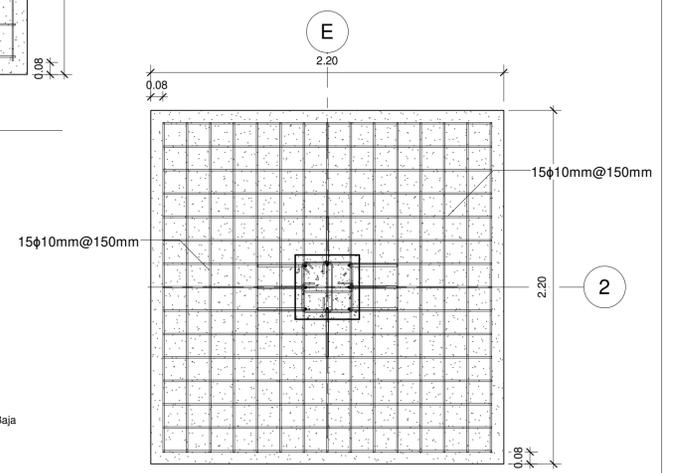
1 Corte Plinto Central
1:20



6 Vista en planta Plinto Perimetral
1:20



Vista en planta Plinto Esquinero
1:20



Vista en planta Plinto Central
1:20

Especificaciones Técnicas:

Capacidad portante del suelo 15 T/m²
F'c hormigón: 210 kg/cm²
Fy acero: 4200 kg/cm²
Recubrimiento de columnas: 4 cm

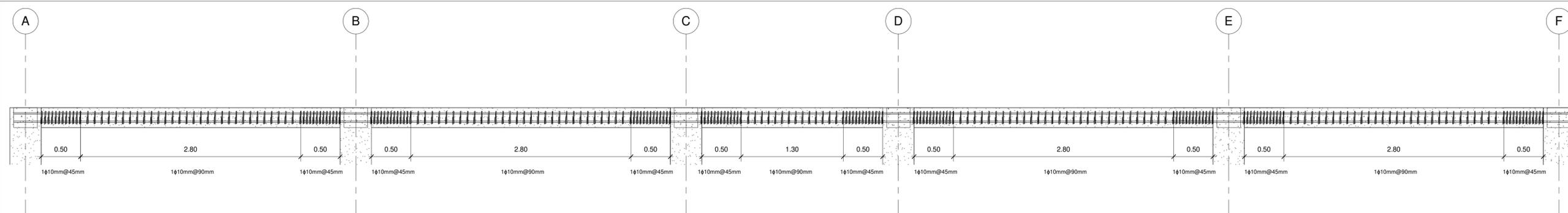
Normativas para amarres y detalles estructurales:

NEC-SE-DS-2015
ACI 318-19

Normativas de diseño:

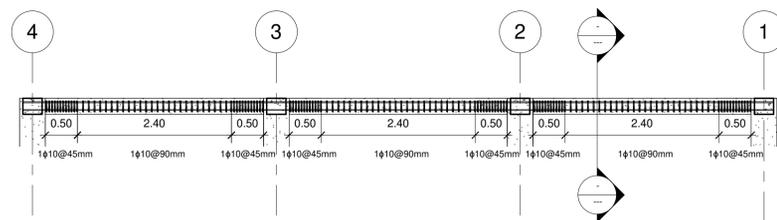
NEC-SE-DS-2015
NEC-SE-HM-2015
NEC-SE-CG-2015
ACI 318-19

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño estructural de una UPC en Tenguel: Edificio de 2 niveles para personal policial			
CONTENIDO: Detalle de armado en cimentaciones			
Profesor de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Cliente: Policia Nacional del Ecuador	Creadores: • Daniel Criollo • Darío Sigüencia	Fecha de entrega: 6 de Enero, 2025
Tutor de Proyecto: MSc. David Valverde	Ubicación: Zona 8, Tenguel	Lámina: E-4	Escala: Indicada



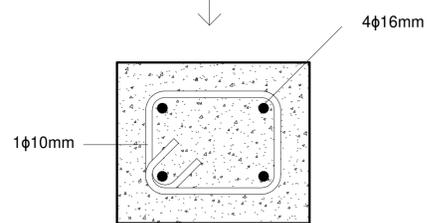
1 Armado Longitudinal Eje 1

PA
1:25

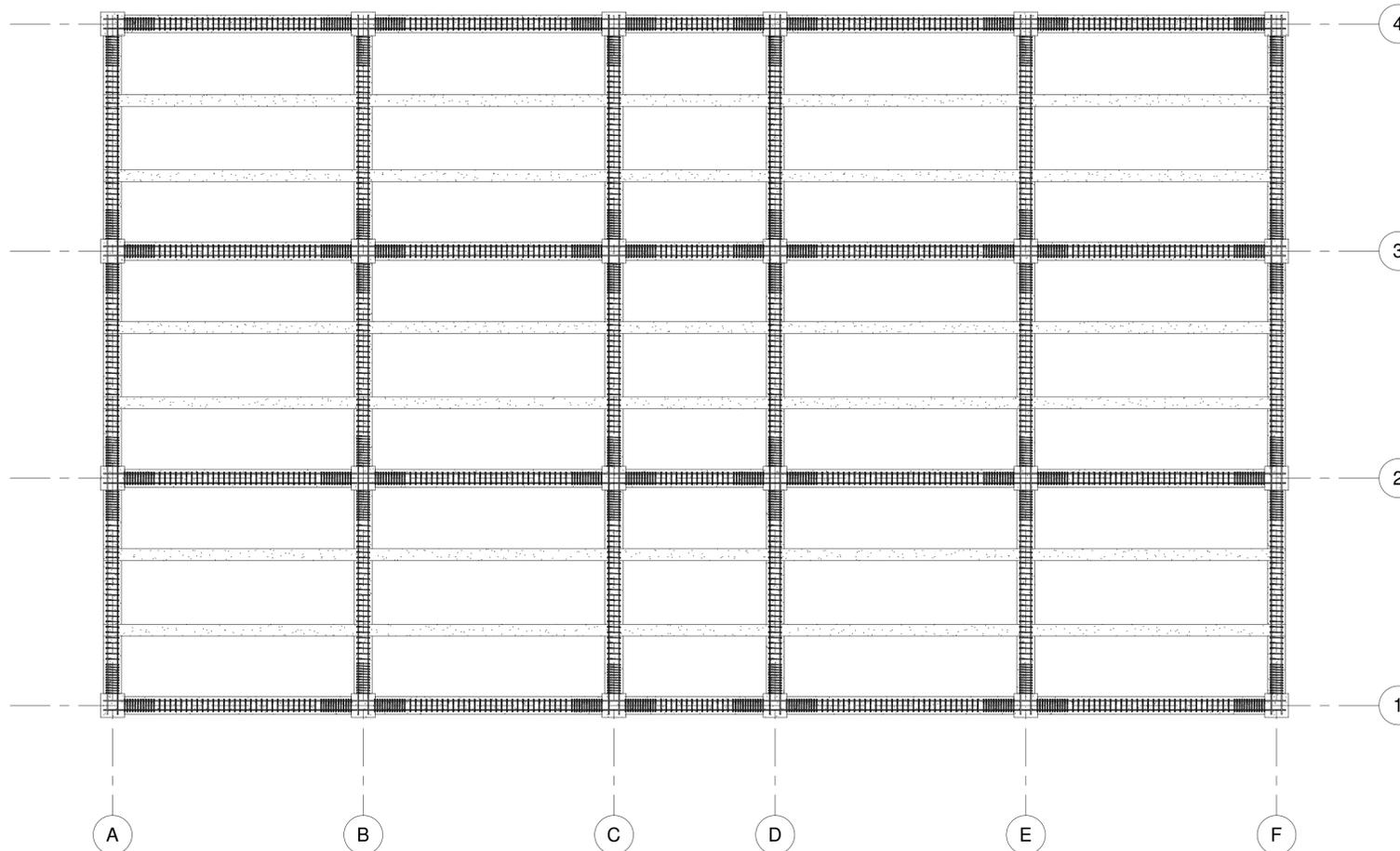


2 Armado Longitudinal Eje A

PA
1:50



4 Sección Viga Estándar PA
1:5



3 Vista en planta Vigas PA

1:50

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ¹⁾ $e_{ext} \times A$	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

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

PROYECTO:
Diseño estructural de una UPC en Tenguel: Edificio de 2 niveles para personal policial

CONTENIDO:
Detalle de armado en vigas Planta Alta

Profesor de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Cliente: Policía Nacional del Ecuador	Creadores: • Daniel Criollo • Darío Sigüencia	Fecha de entrega: 6 de Enero, 2025
Tutor de Proyecto: MSc. David Valverde	Ubicación: Zona 8, Tenguel	Lámina: E-2	Escala: Indicada

Especificaciones Técnicas:

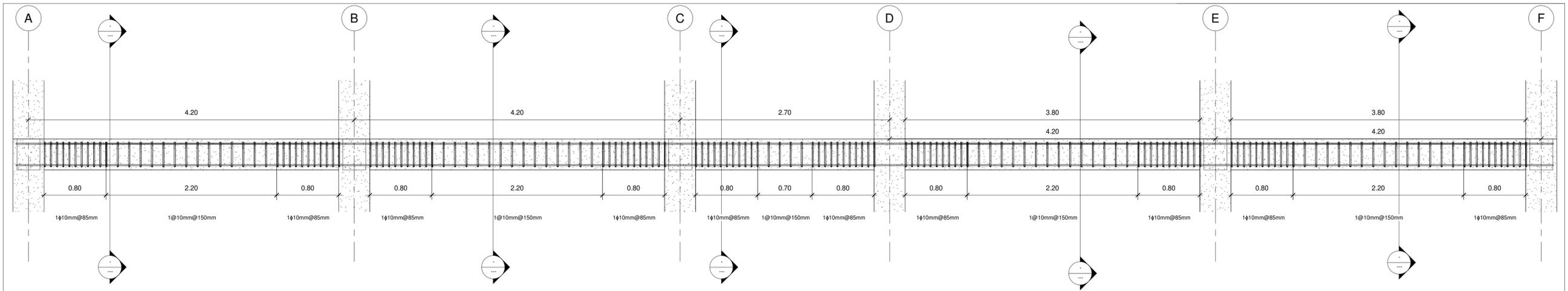
Capacidad portante del suelo 15 T/m2
F'c hormigón: 210 kg/cm2
Fy acero: 4200 kg/cm2
Recubrimiento de columnas: 4 cm

Normativas para amarres y detalles estructurales:

NEC-SE-DS-2015
ACI 318-19

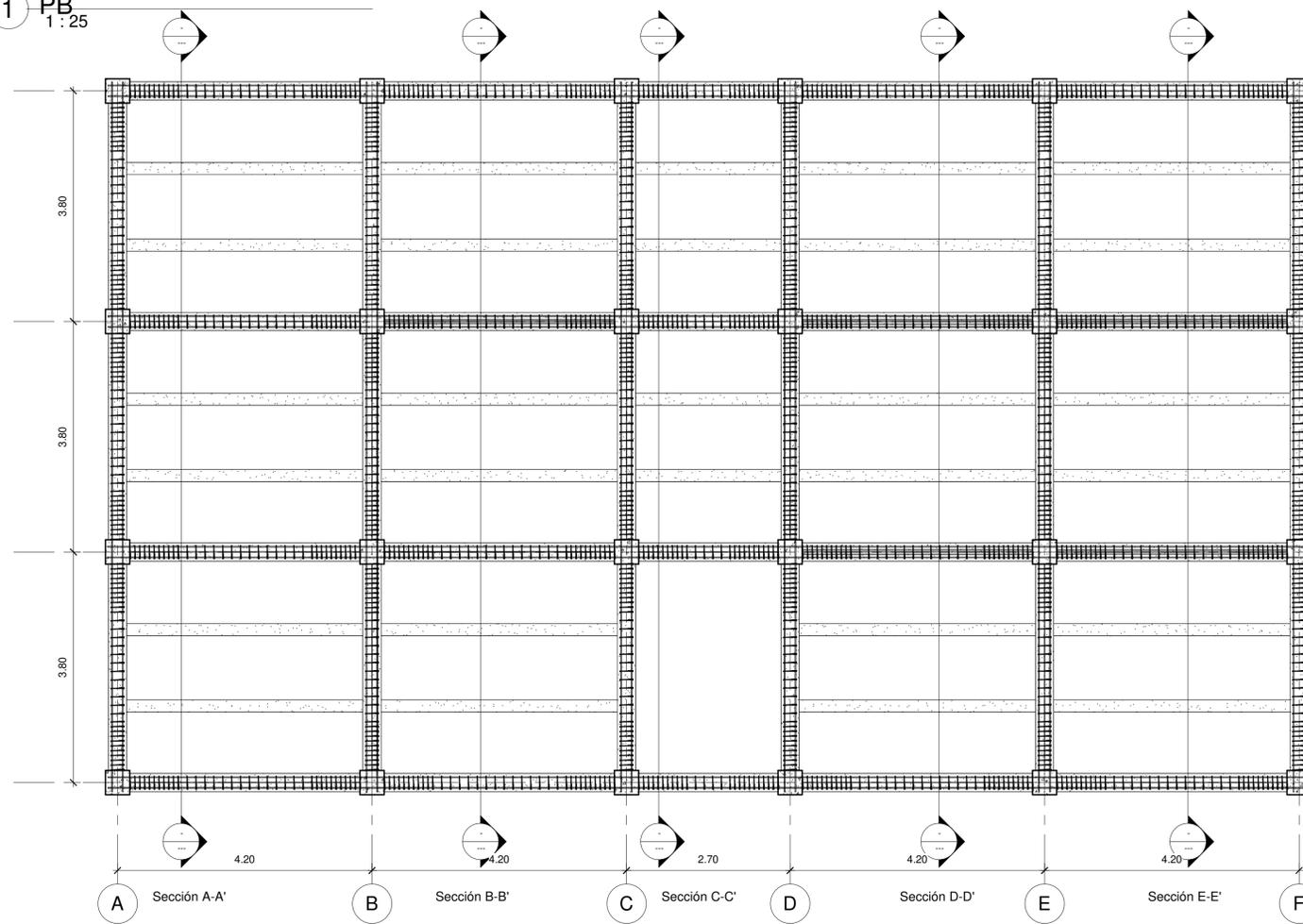
Normativas de diseño:

NEC-SE-DS-2015
NEC-SE-HM-2015
NEC-SE-CG-2015
ACI 318-19



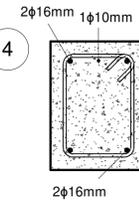
Armado Longitudinal Eje 1

1 PB
1:25



15 Vista en planta Vigas PB
1:50

Sección A-A'



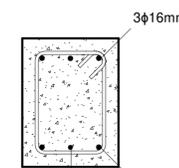
3 Sección Eje 1-4
1:10

Sección B-B'

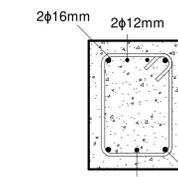


5 Sección Eje1-4
1:10

4 Sección Eje 2-3
1:10

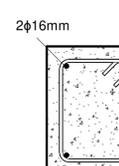


6 Sección Eje 2
1:10

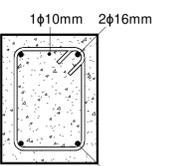


7 Sección Eje 3
1:10

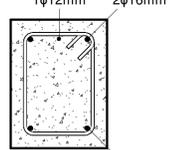
Sección C-C'



8 Sección Ejes1-4
1:10

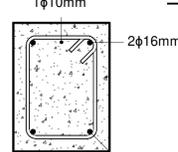


9 Sección Eje2
1:10

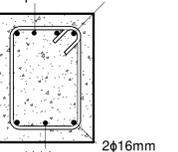


10 Sección Eje3
1:10

Sección D-D'

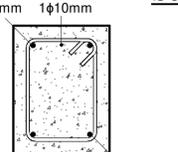


11 Sección Ejes 1-4
1:10

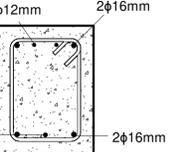


12 Sección Ejes2-3
1:10

Sección E-E'



13 Sección Ejes 1-4
1:10



14 Sección Ejes 2-3
1:10

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	extensión recta ¹⁾	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	4d _b	Mayor de 6d _b y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	6d _b	12d _b	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	4d _b	Mayor de 6d _b y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	6d _b	75 mm	
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	4d _b	Mayor de 4d _b y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	6d _b	65 mm	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño estructural de una UPC en Tenguel: Edificio de 2 niveles para personal policial

CONTENIDO:
Detalle de armado en de vigas Planta Baja

Profesor de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Cliente: Policia Nacional del Ecuador	Creadores: • Daniel Criollo • Darío Sigüencia	Fecha de entrega: 6 de Enero, 2025
Tutor de Proyecto: MSc. David Valverde	Ubicación: Zona 8, Tenguel	Lámina: E-1-1	Escala: Indicada

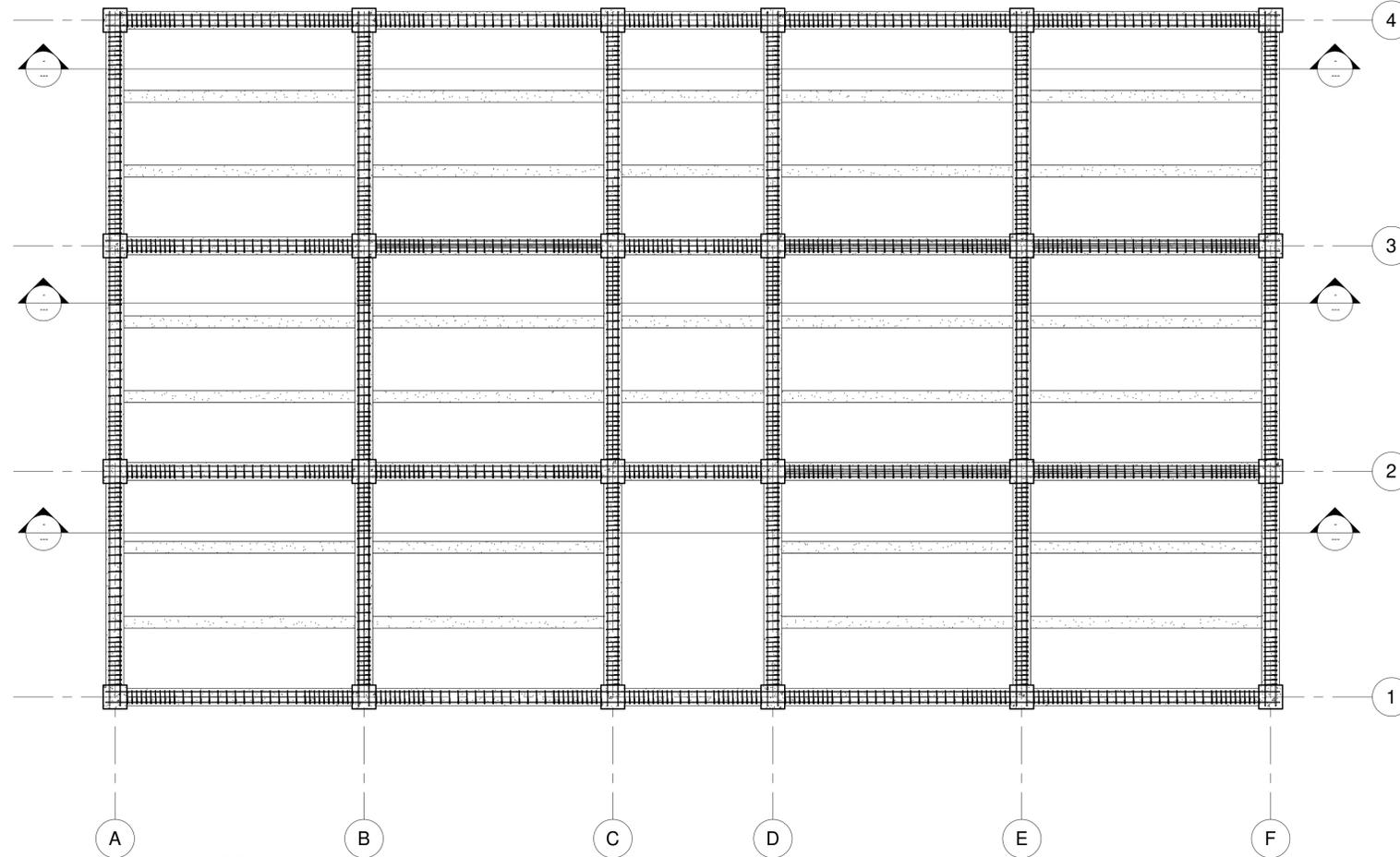
Especificaciones Técnicas: Normativas de diseño:

Capacidad portante del suelo 15 T/m²
F_c hormigón: 210 kg/cm²
F_y acero: 4200 kg/cm²
Recubrimiento de columnas: 4 cm

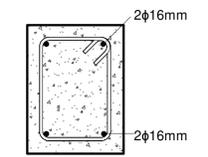
NEC-SE-DS-2015
NEC-SE-HM-2015
NEC-SE-CG-2015
ACI 318-19

Normativas para amarres y detalles estructurales:

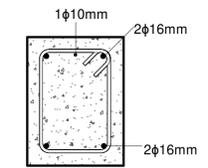
NEC-SE-DS-2015
ACI 318-19



Sección A-A'

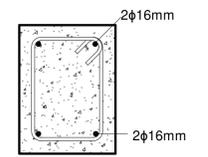


1 Sección Eje A-C-D-F
1 : 10

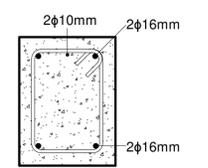


2 Sección Eje B-E
1 : 10

Sección B-B'

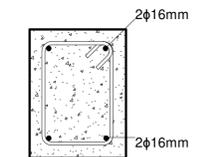


3 Sección Eje A-F
1 : 10



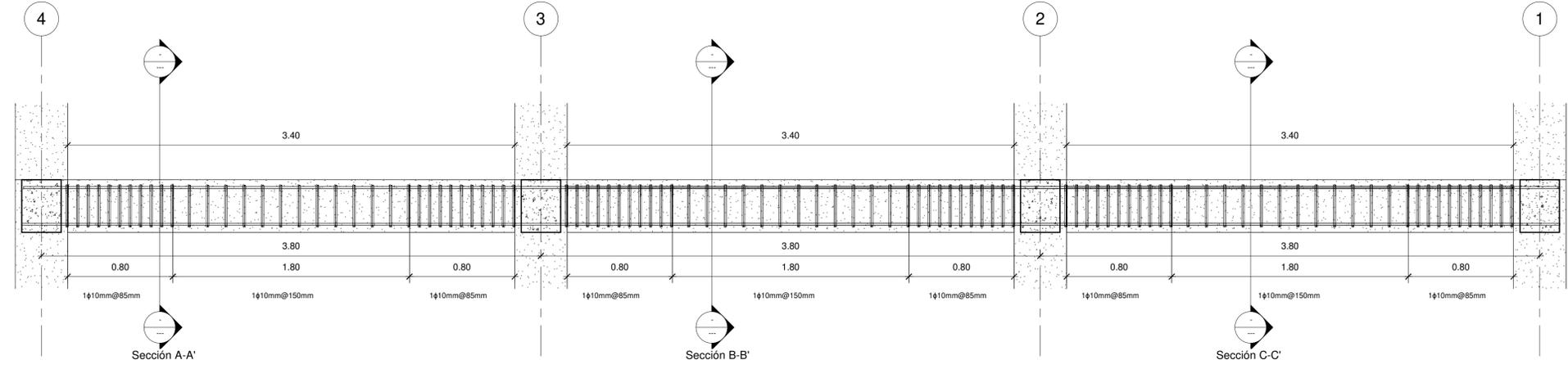
4 Sección Eje B-C-D-E
1 : 10

Sección C-C'



5 Sección Eje A-B-C-D-E-F
1 : 10

7 Vista planta Vigas PB
1 : 50



6 Armado Longitudinal Eje A
PB
1 : 20

Especificaciones Técnicas:
 Capacidad portante del suelo 15 T/m²
 Fc hormigón: 210 kg/cm²
 Fy acero: 4200 kg/cm²
 Recubrimiento de columnas: 4 cm

Normativas de diseño:
 NEC-SE-DS-2015
 NEC-SE-HM-2015
 NEC-SE-CG-2015
 ACI 318-19

Normativas para amarres y detalles estructurales:
 NEC-SE-DS-2015
 ACI 318-19

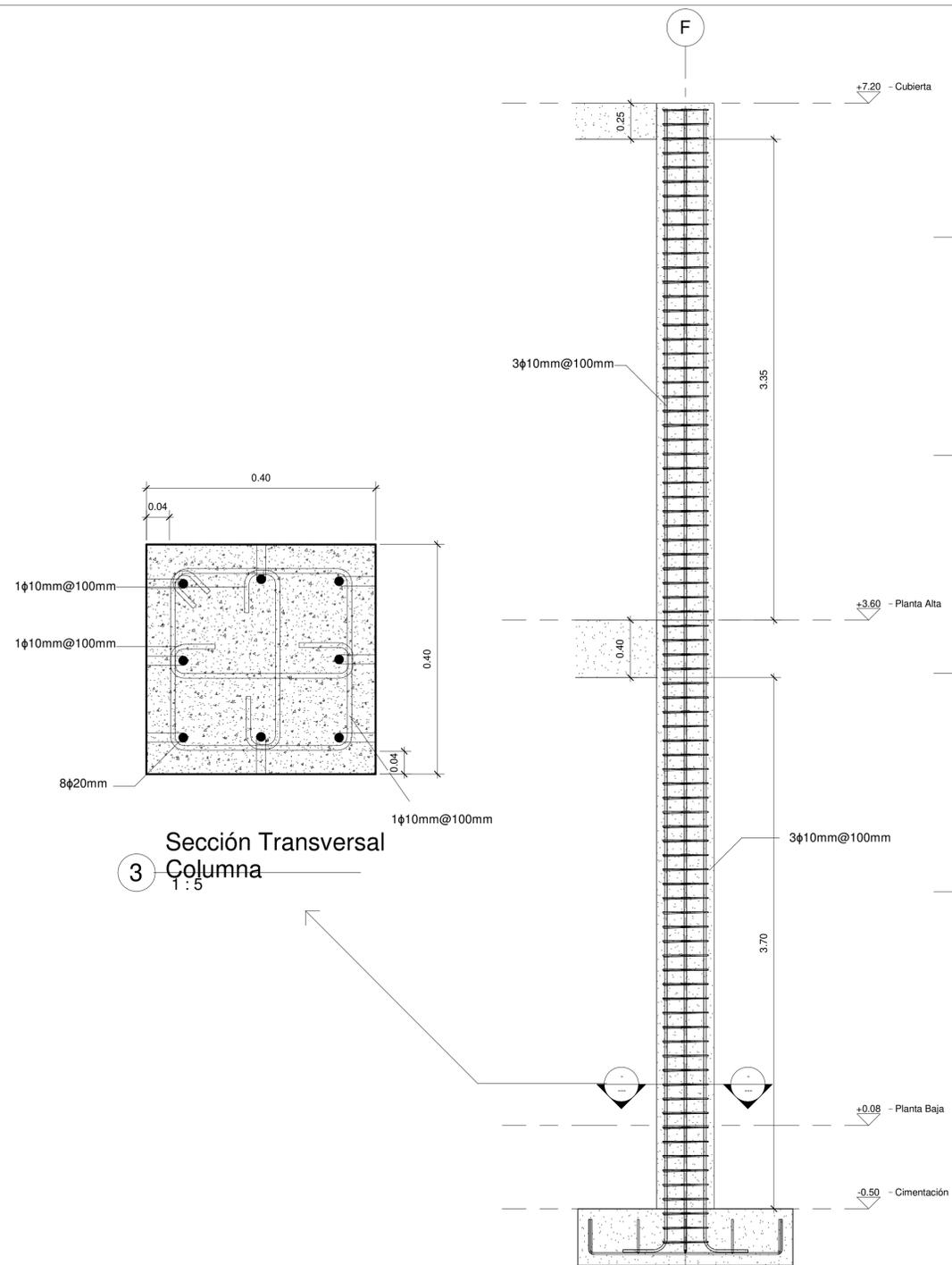
Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ¹⁾	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	4d _b	Mayor de 6d _b y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	6d _b	12d _b	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	4d _b	Mayor de 6d _b y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	6d _b		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	4d _b	Mayor de 4d _b y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	6d _b		

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño estructural de una UPC en Tenguel: Edificio de 2 niveles para personal policial

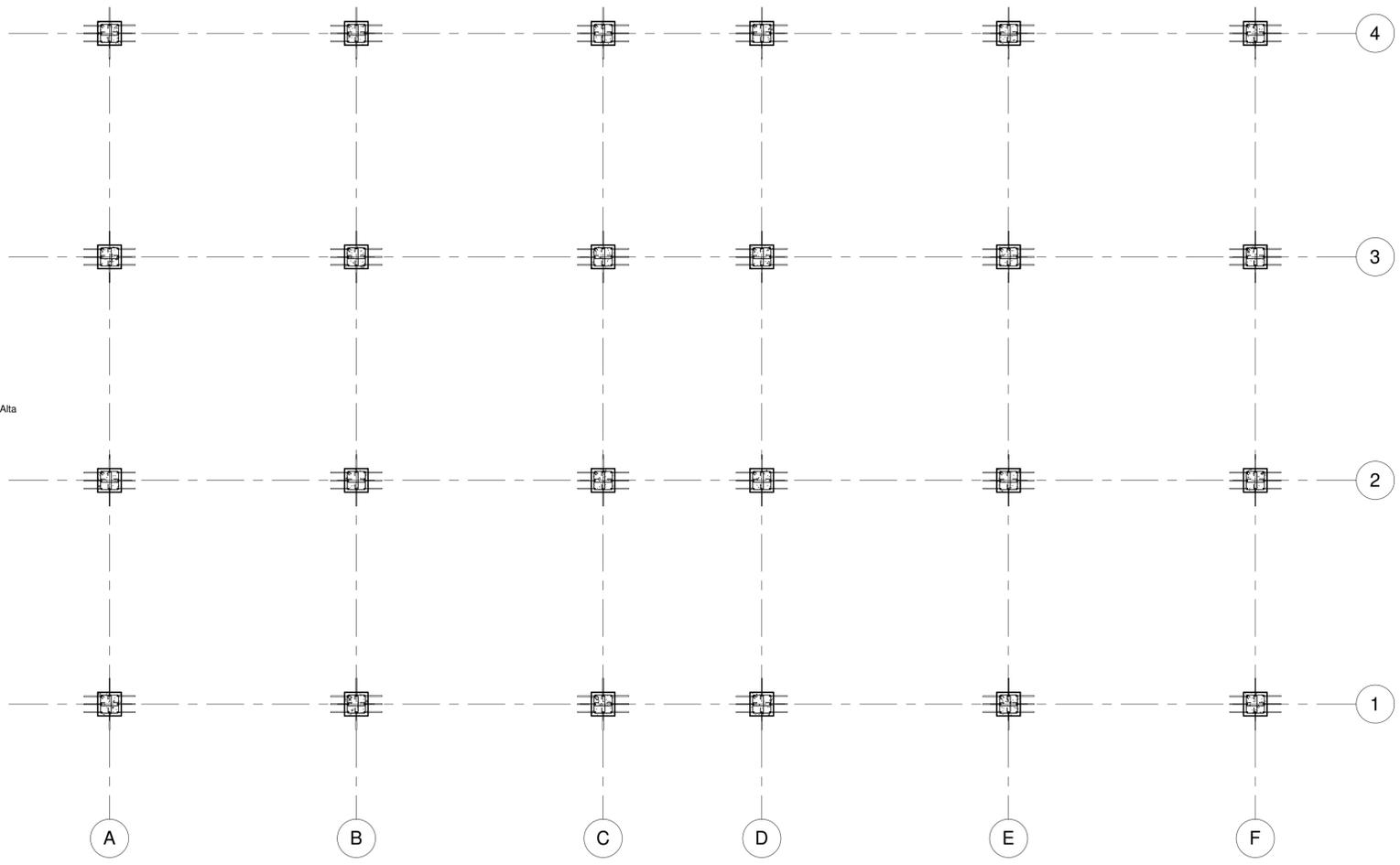
CONTENIDO:
Detalle de armado en vigas Planta Baja

Profesor de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Cliente: Policia Nacional del Ecuador	Creadores: • Daniel Criollo • Darío Sigüencia	Fecha de entrega: 6 de Enero, 2025
Tutor de Proyecto: MSc. David Valverde	Ubicación: Zona 8, Tenguel	Lámina: E-1-2	Escala: Indicada



3 Sección Transversal
Columna
1:5

1 Armado Longitudinal
Columna Estándar
1:20



2 Vista en Planta Columnas
1:50

Especificaciones Técnicas:

Capacidad portante del suelo 15 T/m2
 F'c hormigón: 210 kg/cm2
 Fy acero: 4200 kg/cm2
 Recubrimiento de columnas: 4 cm

Normativas para amarres y detalles estructurales:

NEC-SE-DS-2015
 ACI 318-19

Normativas de diseño:

NEC-SE-DS-2015
 NEC-SE-HM-2015
 NEC-SE-CG-2015
 ACI 318-19

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ⁽¹⁾ $\ell_{ext} \geq A$	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

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

PROYECTO:
Diseño estructural de una UPC en Tenguel: Edificio de 2 niveles para personal policial

CONTENIDO:
Detalle de refuerzo en columna

Profesor de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender	Cliente: Policía Nacional del Ecuador	Creadores: • Daniel Criollo • Darío Sigüencia	Fecha de entrega: 6 de Enero, 2025
Tutor de Proyecto: MSc. David Valverde	Ubicación: Zona 8, Tenguel	Lámina: E-3	Escala: Indicada