

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño Estructural del Laboratorio Multidisciplinar de la Carrera de Ingeniería
Civil de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

INGE-2287

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero/a Civil

Presentado por:

Fabricio José Zambrano Ortíz

Karla Odalys Dumes Guerrero

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

Dedicatoria

Este proyecto es dedicado a mis padres, Laura y Andrés, su apoyo y amor incondicional me ha dado el empuje para conseguir todas las metas que me he propuesto hasta ahora. A mi hermano Luis, y mis demás familiares, por estar presentes en cada etapa de mi vida y apoyarme siempre.

Una dedicatoria especial a mis abuelos y mi tía Sonia que no están conmigo, pero sé que sin ellos no habría podido cumplir esta meta en mi vida.

Fabricio José Zambrano Ortíz

Dedicatoria

Este proyecto es dedicado a Dios por darme la sabiduría y fortaleza, a mis padres Jéssica Guerrero y Carlos Dumes por su apoyo en todo este trayecto. También agradezco a mis docentes y amigos que han influido positivamente en mi carrera universitaria. Una dedicatoria especial a mi abuelita, Elsa Dalila Vera, aunque ya no esté conmigo, sé que cuento con ella desde el cielo y estaría muy feliz por cada paso que he dado.

Karla Odalys Dumes Guerrero

Agradecimientos

Un agradecimiento a todas las personas que formaron parte de mi vida universitaria, a mi compañera, Karla por el esfuerzo puesto en el correcto desarrollo de este proyecto, a docentes y en especial a mis amigos: Julianny, Javier, José, Rainiero, Eduardo, Christian y Bryan, gracias a su compañía y consejos pude llevar de mejor manera esta etapa de mi vida, gracias de todo corazón.

Fabricio José Zambrano Ortíz

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme las fuerzas necesarias para no rendirme. Gracias a mis padres por el apoyo brindado. A mi mascota Lukitas, por su fiel compañía. A mi compañero de tesis por siempre estar dispuesto a dar la milla extra para reunirnos y seguir avanzando con este proyecto. Gracias a cada una de las personas que me supieron dar su ayuda antes las dudas de los temas que desconocía o se me resultaban tediosos y aquellas que me daban aliento cuando más lo necesitaba, les agradezco de todo corazón.

Karla Odalys Dumes Guerrero

Declaración Expresa

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Fabricio José Zambrano Ortíz* y *Karla Odalys Dumes Guerrero* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Fabricio José Zambrano
Ortíz



Karla Odalys Dumes
Guerrero

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:
DANIEL ANDRES
FALQUEZ TORRES

MSc. Daniel Falquéz Torres

PROFESOR DE LA MATERIA



Firmado electrónicamente por:
CARLOS PAUL QUISHPE
OTACOMA

MSc. Carlos Quishpe Otacoma

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Este documento presenta el diseño estructural del Laboratorio Multidisciplinar de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, el cual busca satisfacer la carencia de espacios oportunos para el desarrollo de diferentes actividades enfocadas a los ejes educativos de la carrera de ingeniería civil, estas actividades están dirigidas a la docencia e investigación, además, se busca atraer empresas externas del sector constructivo para el desarrollo de este ámbito en proyectos o investigaciones propuestos por estas.

El proyecto contó con distintas fases a lo largo de su desarrollo desde localizar el lugar adecuado para el desarrollo de este hasta la toma de datos topográficos y geotécnicos del lugar. Se decidió que el proyecto estaría conformado por 2 edificios, un edificio de oficinas y taller con un sistema de pórticos de hormigón armado y una nave industrial con columnas de hormigón armado y cubierta metálica, el diseño de estos edificios se rigió en base a normativas locales e internacionales como NEC, ACI 3-18, ASCE 7-10, entre otros.

Los resultados obtenidos fueron reflejados mediante los planos realizados, además se desarrolló el presupuesto total que incluye únicamente la parte estructural, este tiene un valor de \$411.283,70.

Se llegó a la conclusión que el laboratorio generará un aumento gradual en la calidad de la educación brindada tanto en la facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra como en ESPOL, atendiendo así una las necesidades que presentan los estudiantes de manera directa, además de brindar un aporte al sector constructivo del sector.

Palabras Clave: Laboratorio Multidisciplinar, Diseño Estructural, Normativas, Nave Industrial, Presupuesto.

ABSTRACT

This document presents the structural design of the Multidisciplinary Laboratory of the Faculty of Engineering in Ground Sciences, which seeks to satisfy the lack of timely spaces for the development of different activities focused on the educational axes of the civil engineering career, these activities are aimed at teaching and research, in addition, it seeks to attract external companies from the construction sector for the development of this area in projects or research proposed by them.

The project had distinct phases throughout its development, from locating the appropriate place for its development to the collection of topographic and geotechnical data of the site. It was decided that the project would consist of 2 buildings, an office and workshop building with a reinforced concrete portal frame system and an industrial building with reinforced concrete columns and metal roof. The design of these buildings was based on local and international standards such as NEC, ACI 3-18, ASCE 7-10, among others.

The results obtained were reflected in the drawings, and a total budget was developed that includes only the structural part, with a value of \$411,283.70.

It was concluded that the laboratory will generate a gradual increase in the quality of the education provided both in the School of Engineering in Ground Sciences and ESPOL, thus meeting one of the needs presented in the project.

Keywords: *Multidisciplinary Laboratory, Structural Design, Regulations, Industrial Building, Budget.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	X
SIMBOLOGÍA.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE PLANOS	XIX
Capítulo 1	1
1. Introducción	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Presentación general del problema.....	3
1.3 Justificación del problema.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
Capítulo 2	7
2. Materiales y Métodos	8
2.1 Revisión de literatura	8
2.1.1 Análisis Estructural	8
2.1.2 Análisis Estático Lineal.....	9
2.1.3 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)	10
2.2 Área de estudio.....	13
2.2.1 Características del área.....	14
2.2.2 Descripción climatológica.....	14
2.2.3 Limitaciones del terreno	14
2.3 Trabajo de campo y laboratorio	15
2.3.1. Topografía.....	15

2.3.2 Caracterización del suelo	16
2.3.2.1 Calicatas	16
2.3.2.2 Ensayo de Granulometría	17
2.3.2.3 Ensayo de Limites de Atterberg	20
2.4 Análisis de datos.....	23
2.4.1 Morfología de la superficie	23
2.4.2 Corte y Relleno.....	23
2.4.3 Caracterización del Suelo.....	26
2.4.4 Análisis de alternativas arquitectónicas y de ubicación	29
2.4.4.1 Alternativas de ubicación	29
2.4.4.2 Alternativas arquitectónicas	30
2.5 Análisis de Propuestas.....	31
2.5.1 Propuestas de diseño estructural para la nave Industrial.....	31
2.5.1.1 Nave industrial con cubierta metálica y columnas de acero	31
2.5.1.2 Diseño de nave industrial con hormigón armado.....	32
2.5.1.3 Diseño de nave industrial con cubierta metálica y columnas de hormigón armado.....	32
2.5.2 Alternativas de Diseño de Edificio de Oficinas	34
2.5.2.1 Diseño de edificio de oficinas con estructura metálica	34
2.5.2.2 Diseño de edificio de oficinas con hormigón armado.....	35
2.5.2.3 Diseño de edificio de oficinas con cubierta metálica y columnas de hormigón armado.....	35
Capítulo 3	38
3. Diseño y Especificaciones.....	39
3.1 Diseño de Edificio de Oficinas.....	39
3.1.1 Zona sísmica y factor de zona Z.....	39
3.1.2 Tipo de perfil de suelo.....	39
3.1.3 Coeficientes de perfil de suelo	39
3.1.4 Periodo Fundamental de la Estructura – Método 1 (NEC)	40
3.1.5 Espectro de respuesta elástico	40

3.1.6 Espectro de Respuesta Inelástico	41
3.1.7 Estimación de cargas	42
3.1.7.1 Peso de bloques alivianados	42
3.1.7.2 Peso de losa nervada en 2 direcciones	42
3.1.8 Dimensionamiento de Elementos Estructurales	43
3.1.8.1 Dimensionamiento de Vigas	43
3.1.8.2 Dimensionamiento de Columnas	47
3.1.8.3 Dimensionamiento de Losa	48
3.1.9 Modelamiento estructural.....	49
3.1.9.1 Factores de agrietamiento.....	49
3.1.9.2 Combinaciones de carga.....	49
3.1.10 Revisiones Globales	50
3.1.10.1 Modos de vibración	50
3.1.10.2 Derivas de Piso.....	51
3.1.11 Diseño de Vigas	51
3.1.11.1 Comprobación de altura	51
3.1.11.2 Comprobación de dimensiones	52
3.1.11.3 Acero Colocado.....	53
3.1.11.4 Longitud de Desarrollo, Anclaje y Empalme.....	54
3.1.11.4.1 Longitud de Desarrollo	54
3.1.11.4.2 Longitud de Anclaje	55
3.1.11.4.3 Longitud de empalme	55
3.1.11.5 Diseño por cortante	55
3.1.12 Diseño de columnas	58
3.1.12.1 Comprobación de Secciones	58
3.1.12.2 Comprobación de Diagramas de interacción	59
3.1.12.3 Comprobación de Criterio Columna Fuerte-Viga Débil	62
3.1.12.3.1 Momentos Nominales en la viga	62
3.1.12.3.2 Momentos nominales de la columna.....	63
3.1.12.3.3 Comprobación de Criterio	64

3.1.12.6 Diseño de Acero Transversal	64
3.1.12.7 Confinamiento	64
3.1.12.8 Diseño por Cortante	65
3.1.12.9 Longitud de Desarrollo, Anclaje y Empalme	66
3.1.12.9.1 Longitud de Desarrollo	66
3.1.12.9.2 Longitud de Anclaje	67
3.1.12.9.3 Longitud de empalme	67
3.1.13 Diseño de Muro de Contención	68
3.1.13.1 Diseño por volteo	68
3.1.13.1.1 Momentos de Volcamiento	69
3.1.13.1.2 Momentos Resistentes	70
3.1.13.1.3 Cálculo de Factor de Seguridad	71
3.1.13.2 Diseño por deslizamiento	71
3.1.13.3 Diseño de armado del muro de contención	73
3.1.13.3.1 Acero para cara trasera del muro	73
3.1.13.3.2 Acero para cara posterior del muro	74
3.1.13.3.3 Acero horizontal para pantalla	75
3.1.13.3.3 Acero en la zapata	76
3.1.14 Diseño de Losa Nervada en 2 direcciones	80
3.2 Diseño de la nave industrial	83
3.2.1 Descripción general de la nave industrial	83
3.2.2 Geometría de la estructura	83
3.2.3 Definición de cargas	84
3.2.4 Combinaciones de carga	85
3.2.5 Definición de materiales	85
3.2.6 Prediseño de los elementos de la nave industrial	86
3.2.6.1 Prediseño de los cordones	86
3.2.6.2 Prediseño de las diagonales	89
3.2.6.3 Prediseño de las correas	93
3.2.6.4 Prediseño de viguetas y columnetas	96
3.2.6.5 Prediseño de las columnas	98

3.2.6.6 Prediseño de Tensores	98
3.2.6.7 Mampostería.....	98
3.2.6.8 Prediseño y diseño de la viga carrilera.....	99
3.2.6.8.1 Coeficientes de impacto	99
3.2.7 Generación de la geometría.....	101
3.2.8 Colocación de cargas en el Software.....	101
3.2.8.1 Asignación de la carga sísmica equivalente	102
3.2.8.2 Periodo fundamental de la estructura	102
3.2.9 Diseño de los perfiles de acero de la nave industrial	104
3.2.10 Diseño de columnas y columnetas	106
3.2.10.1 Comprobación de Secciones	107
3.2.10.2 Efecto de esbeltez.....	107
3.2.10.2 Diagrama de interacción.....	109
3.2.11 Diseño de vigas y viguetas	109
3.1.11.1 Comprobación de altura	110
3.1.11.2 Comprobación de dimensiones	110
3.1.11.3 Acero Colocado.....	111
3.1.11.4 Longitud de Desarrollo, Anclaje y Empalme.....	112
3.1.11.4.1 Longitud de Desarrollo.....	112
3.1.11.4.2 Longitud de Anclaje	112
3.1.11.4.3 Longitud de empalme.....	112
3.1.11.5 Diseño por cortante	112
3.2.12 Diseño del puente grúa.....	114
3.2.13 Diseño de ménsulas	115
3.2.14 Diseño de plintos aislados	116
3.2.15 Diseño de Placas y pernos de anclaje.....	117
3.2.16 Diseño de escaleras	120
3.2.16.1 Dimensionamiento de escalera.....	121
3.2.16.2 Determinación de Cargas	122
3.2.16.3 Demandas de la escalera	123

3.2.16.4 Verificación del cortante	123
3.2.16.5 Detalle de Acero.....	124
3.3 Especificaciones técnicas	125
Capítulo 4	126
4. Estudio del Impacto Ambiental	127
4.1 Descripción del proyecto.....	127
4.2 Línea base ambiental.....	128
4.3 Actividades del proyecto.....	129
4.4 Identificación de impactos ambientales	130
4.5 Valoración de impactos ambientales.....	135
4.6 Medidas de prevención/mitigación	135
4.6.1 Medidas de Mitigación para elementos y actividades con mayor impacto.....	136
4.6.1.1 Medidas de mitigación para la extracción de la capa vegetal	136
4.6.1.2 Medidas de mitigación para la conservación del suelo	136
4.6.1.3 Medidas de mitigación para la conservación de la flora y fauna	137
4.6.1.4 Medidas de mitigación para el control de recursos hídricos:.....	137
Capítulo 5	140
5. Presupuesto	141
5.1 Estructura Desglosada de Trabajo.....	141
5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)	145
5.3 Descripción de cantidades de obra.....	147
5.4 Valoración integral del costo del proyecto	149
5.5 Cronograma de Obra	150
Capítulo 6	151
6. Conclusiones y Recomendaciones	152
6.1. Conclusiones	152
6.2. Recomendaciones.....	153

BIBLIOGRAFÍA.....	156
PLANOS Y ANEXOS	160

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ASCE	American Society of Civil Engineers
FICT	Facultad de Ingeniería Ciencias de la Tierra
RNE	Reglamento Nacionales de Edificaciones
NEC-SE-DS	Peligro Sísmico, Diseño sismo resistente
NEC-SE-HM	Estructuras de Hormigón Armado
NEC-SE-AC	Estructuras de Acero
NEC-SE-GC	Geotecnia y Cimentaciones
ACI 318	American Concrete Institute
CIV	Centro de Investigación de la Vivienda
EPN	Escuela Politécnica Nacional
AChA	Asociación Chilena del Acero
AIS	Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica
ALACERO	Asociación Latinoamericana del Acero
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

SIMBOLOGÍA

Cu	Coeficiente de Uniformidad
Cc	Coeficiente de Curvatura
g	Gramos
m	Metro
mm	Milímetro
cm	centímetro
cm ²	centímetro al cuadrado
Kg/cm ²	Kilogramos por centímetro al cuadrado
m ³	Metro cúbico
kN	Kilonewton
%	Porcentaje
Ton	Toneladas
Kg	Kilogramos
mm ⁴	milímetro a la cuarta
I	Inercia
bb	Back to back
MPa	Megapascales
e	Excentricidad
∅	Diámetro
d	Peralte
Pu	Carga axial requerida
Vu	Cortante de Diseño
Ta	Periodo fundamental
Sa	Aceleración
Cs	Coeficiente sísmico
F'c	Resistencia a la compresión
Ec	Módulo de elasticidad del hormigón
Fy	Resistencia a la fluencia del acero del refuerz
δ	Peso específico del hormigón
s	Segundos
Ton/m ²	Tonelada sobre metro cuadrado

A_1	Área de la placa base
L_{dh}	Longitud de anclaje
F_a	Coefficiente de amplificación de suelo
Q	Carga máxima de la grúa
M_{ux}	Momento de Diseño para el eje mayor
ρ	Cuantía
A	Área
K_a	Coefficiente de Fuerza Pasiva
β	Ángulo de inclinación entre el relleno y la horizontal
R	Coefficiente de reducción R obtenido de la tabla 12 de la NEC-SE-DS
ϕ_p	Coefficiente que dependerá de las irregularidades en planta
ϕ_e	Coefficiente que dependerá de las irregularidades en elevación
b_c	Dimensión de la base del área que rodea el estribo.
A_{ch}	Área que rodea el estribo
C	Cohesión
ϕ_{roca}	Ángulo de fricción
M_n	Momento nominal
$^{\circ}C$	Centígrados
L	Carga viva
D	Carga muerta
A_s	Acero de refuerzo
A_{min}	Acero de refuerzo mínimo
L	Longitud

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Vista del terreno de estudio en el Campus Gustavo Galindo</i>	13
Figura 2. <i>Esquema de los hitos georreferenciados</i>	16
Figura 3. <i>Ubicación de las calicatas</i>	17
Figura 4. <i>Ensayos realizados en el laboratorio de Geotecnia de la FIC</i>	22
Figura 5. <i>Morfología del terreno</i>	23
Figura 6. <i>Curvas de Nivel</i>	24
Figura 7. <i>Superficie del terreno natural</i>	24
Figura 8. <i>Superficie de diseño</i>	25
Figura 9. <i>Curva Granulométrica 1</i>	27
Figura 10. <i>Curva Granulométrica 2</i>	27
Figura 11. <i>Curva Granulométrica 3</i>	28
Figura 12. <i>Curva Granulométrica 4</i>	28
Figura 13. <i>Ubicación de las alternativas de terreno</i>	30
Figura 14. <i>Diagrama tipo pastel de la selección de la alternativa arquitectónica</i>	31
Figura 15. <i>Vistas de la nave industrial</i>	32
Figura 16. <i>Espectro de Respuesta de edificio de Oficinas</i>	41
Figura 17. <i>Ubicación de las alternativas de terreno</i>	42
Figura 18. <i>Implantación de ejes de edificio de oficinas</i>	43
Figura 19. <i>Diagrama de Cuerpo Libre – Método del Portal</i>	44
Figura 20. <i>Detalle de viga de eje 1 – Edificio de oficinas</i>	57
Figura 21. <i>Diagrama de Interacción en el eje 2</i>	61
Figura 22. <i>Diagrama de Interacción en el eje 3</i>	61
Figura 23. <i>Geometría de unión Viga y losa</i>	62
Figura 24. <i>Detalle de Columnas – Edificio de Oficinas y taller</i>	67
Figura 25. <i>Áreas del muro de contención</i>	71
Figura 26. <i>Detalle de acero de muro de contención</i>	79

Figura 27. <i>Paño de losa crítico</i>	81
Figura 28. <i>Geometría de la Nave Industrial</i>	84
Figura 29. <i>Perfiles utilizados en la cubierta de la Nave Industrial</i>	86
Figura 30. <i>Bosquejo 1 de la nave industrial</i>	87
Figura 31. <i>Demandas de Momento</i>	87
Figura 32. <i>Bosquejo de las fuerzas y momentos en los cordones</i>	88
Figura 33. <i>Dimensiones para el perfil C</i>	88
Figura 34. <i>Cortantes del pórtico</i>	90
Figura 35. <i>Dimensiones del perfil L</i>	90
Figura 36. <i>Bosquejo de la colocación de perfiles C y 2L en la cubierta</i>	91
Figura 37. <i>Dimensiones del perfil 2L</i>	92
Figura 38. <i>Ajuste del perfil 2L para la modelación en el SAP2000</i>	92
Figura 39. <i>Momento máximo para las correas</i>	94
Figura 40. <i>Momentos considerados</i>	95
Figura 41. <i>Acero de refuerzo de las vigas de 30x40cm</i>	96
Figura 42. <i>Acero de refuerzo de las viguetas de 15x20</i>	97
Figura 43. <i>Acero de Refuerzo de viguetas de 25x35</i>	97
Figura 44. <i>Modelación de la viga carrilera</i>	100
Figura 45. <i>Prediseño de nave industrial en AutoCAD</i>	101
Figura 46. <i>Colocación de cargas muertas en SAP2000</i>	101
Figura 47. <i>Espectro de respuesta para nave industrial</i>	103
Figura 48. <i>Perfiles definidos para el diseño de la nave industrial</i>	104
Figura 49. <i>Diagonales elegidas para el diseño</i>	105
Figura 50. <i>Diagrama de interacción para columnas de nave industrial</i>	109
Figura 51. <i>Diagonales elegidas para el diseño</i>	115
Figura 52. <i>Acero de refuerzo de los plintos aislados</i>	117
Figura 53. <i>Cortantes para el diseño de placas</i>	119

Figura 54. <i>Detalle de Placas</i>	120
Figura 55. Acero de refuerzo de escaleras – Tramo 2.....	124
Figura 56. Acero de refuerzo de escaleras – Tramo 1.....	124
Figura 57. Área de interés para EIA.....	128
Figura 59. Desglose de Planificación	142
Figura 60. Desglose de Diseño.....	142
Figura 61. Desglose de Adquisición	143
Figura 62. Desglose de Construcción.....	143
Figura 63. Desglose de Entregables	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Coordenadas y cotas de elevación de los Hitos</i>	15
Tabla 2. <i>Información de las calicatas</i>	17
Tabla 3. <i>Porcentaje de pasante tamiz #200</i>	18
Tabla 4. <i>Granulometría Muestra 1-1</i>	18
Tabla 5. <i>Granulometría Muestra 1-2</i>	19
Tabla 6. <i>Granulometría Muestra 2</i>	19
Tabla 7. <i>Granulometría de muestra 3-1.</i>	20
Tabla 8. <i>Granulometría de muestra 3-2.</i>	20
Tabla 9. <i>Datos obtenidos del ensayo de límite líquido</i>	21
Tabla 10. <i>Datos obtenidos del ensayo de límite plástico.</i>	22
Tabla 11. <i>Volúmenes para el corte y relleno del terreno</i>	25
Tabla 12. <i>Clasificación del suelo de cada muestra</i>	26
Tabla 13. <i>Estudio de las alternativas de diseño estructural para la nave industrial.</i>	33
Tabla 15. <i>Zona Sísmica y Factor Z de edificio de oficinas</i>	39
Tabla 16. <i>Ta, Sa y Cs de edificio de oficinas</i>	42
Tabla 17. <i>Tabla de resumen de cargas</i>	43
Tabla 18. <i>Tabla de Resumen Vigas en Eje X – Edificio de Oficinas</i>	46
Tabla 19. <i>Tabla de Resumen Vigas en Eje X – Edificio de Oficinas</i>	47
Tabla 20. <i>Factores de agrietamiento para vigas y columnas</i>	49
Tabla 21. <i>Tabla de combinación de cargas.</i>	50
Tabla 22. <i>Modos de Vibración</i>	50
Tabla 23. <i>Control de Derivas de edificio de oficinas</i>	51
Tabla 24. <i>Armado de Viga Eje 1 – Edificio de Oficinas</i>	54
Tabla 25. <i>Demanda de Columna más crítica</i>	59
Tabla 26. <i>Datos del muro de Contención</i>	68
Tabla 27 <i>Fuerzas Verticales en el Muro</i>	70

Tabla 28 <i>Fuerzas laterales en el muro</i>	76
Tabla 29. <i>Fuerzas en la punta</i>	78
Tabla 30. <i>Fuerzas en el talón</i>	79
Tabla 31. <i>Dimensiones de Losa Nervada</i>	80
Tabla 32. <i>Coefficientes de reducción para losas en 2 direcciones</i>	81
Tabla 33. <i>Momentos en Losa Nervada de 2 direcciones</i>	82
Tabla 34. <i>Acero colocado en Losa Nervada de 2 direcciones</i>	82
Tabla 35 <i>Características generales de la nave industrial</i>	83
Tabla 36 <i>Definición de cargas</i>	85
Tabla 37. <i>Características del perfil C 150x50x4</i>	89
Tabla 38. <i>Propiedades del perfil L30x30x4</i>	91
Tabla 39. <i>Carga general para las correas</i>	93
Tabla 40 <i>Cargas para las correas según su ubicación en la cubierta</i>	93
Tabla 41. <i>Características general de los perfiles preseleccionados para las correas</i>	94
Tabla 42. <i>Tabla Dimensiones de bloques NTE INEN 638</i>	98
Tabla 43. <i>Perfiles pre-seleccionados</i>	99
Tabla 44. <i>Coefficientes de impacto según la NORMA ANSI/AISC 360-10</i>	99
Tabla 45. <i>Tipo de suelo y coeficiente del perfil del subsuelo</i>	102
Tabla 46. <i>Categoría de edificio y coeficiente de importancia</i>	102
Tabla 47. <i>Exponente de Corrección por Altura “k”</i>	103
Tabla 48. <i>Obtención de las derivas de la nave industrial</i>	104
Tabla 49. <i>Características del perfil G para correas</i>	105
Tabla 50. <i>Características del perfil 2L para las diagonales</i>	106
Tabla 51. <i>Características del perfil C para cordones superiores e inferiores</i>	106
Tabla 52. <i>Características del puente grúa</i>	115
Tabla 53. <i>Datos de la escalera</i>	120
Tabla 54. <i>Datos tramo 1 de escalera</i>	121

Tabla 55. Datos tramo 2 de escalera	121
Tabla 56. <i>Cargas tramo 1 de escalera</i>	122
Tabla 57. <i>Cargas tramo 2 de escalera</i>	122
Tabla 58. <i>Demandas tramo 1 escalera</i>	123
Tabla 59. <i>Demandas tramo 2 escalera</i>	123
Tabla 60. <i>Actividades del Proyecto</i>	129
Tabla 61. Formato de Matriz de Leopold.....	130
Tabla 62. <i>Escala de valoración cuantitativa</i>	131
Tabla 63 <i>Pesos para la evaluación de la importancia</i>	132
Tabla 64. <i>Identificación de Impacto Ambiental del Hormigón Armado</i>	133
Tabla 65. <i>Identificación de Impacto Ambiental del Acero Estructural</i>	134
Tabla 66. Escala de valoración cualitativa	135
Tabla 67 <i>Valoración del Impacto Ambiental del Hormigón Armado</i>	138
Tabla 68. <i>Valoración del Impacto Ambiental del Acero Estructural</i>	139
Tabla 69. <i>Rubros definidos para la parte estructural del proyecto com su respectivo precio unitario</i>	145
Tabla 70. <i>Cantidades y tipos de perfiles</i>	147
Tabla 71. <i>Dimensiones de los perfiles</i>	148
Tabla 72. <i>Área, longitud y peso de los perfiles</i>	148
Tabla 72. <i>Costo total del desarrollo del proyecto dividido en: Nave Industrial y Edificio de Oficinas</i>	149
Tabla 73. <i>Costo por metro cuadrado</i>	150

ÍNDICE DE PLANOS

- Plano 1: Planta de vigas de oficina
- Plano 2: Alzado de vigas de oficina en el eje y
- Plano 3: Alzado de vigas de oficina en el eje x
- Plano 4: Alzado de columnas de oficina y nave industrial
- Plano 5: Cubierta de nave industrial
- Plano 6: Alzado de viguetas y columnetas de la Nave industrial
- Plano 7: Escaleras
- Plano 8: Cimentación oficinas y nave industrial
- Plano 9: Losa de oficina
- Plano 10: Diseño del muro de contención

Capítulo 1

1. Introducción

1.1 Antecedentes

En el presente, hay un promedio de 650 estudiantes en la carrera de Ingeniería Civil de la institución ESPOL. Es por ello, que la Facultad de Ingeniería Ciencias de la Tierra, brinda laboratorios didácticos, como, por ejemplo: el laboratorio de Sanitarias, en el cual entre sus actividades se considera el análisis de los componentes químicos, físicos y microbiológicos para el respectivo estudio del agua. De igual manera, está al alcance el laboratorio de Geotecnia y Construcción, su principal función es la ejecución de ensayos de suelos y materiales.

A pesar de la facilidad de laboratorios para el desarrollo de investigación, hay la gran necesidad de un laboratorio en el área estructural, para efectuar el correcto estudio y diseño de los sistemas estructurales designados a proporcionar la metodología de los estados límites de resistencia y estabilidad a los establecimientos estructurales.

Se debe resaltar que el desarrollo de las infraestructuras apropiadas es de gran influencia en la sociedad, debido a que son un factor activo en la economía y generador de oferta laboral (Silva & Delgado, 2020). Los ensayos estructurales tienen como objetivo determinar diversas propiedades mecánicas, como la resistencia, la ductilidad, la rigidez y la deformación, además de estudiar las propiedades dinámicas que son fundamentales para comprender el comportamiento de las estructuras en situaciones como sismos.

Otro aspecto educativo que no está cubierto por los laboratorios existentes es el eje constructivo, que se refiere al desarrollo de actividades destinadas a comprender los procesos constructivos adecuados para diferentes proyectos. Las prácticas constructivas comprenden los diversos métodos utilizados a lo largo de la historia para llevar a cabo proyectos de construcción, desde los primeros asentamientos humanos sedentarios, donde la necesidad de refugio se convirtió en crucial para la supervivencia (Bautista, 2021)

Además, la carrera de Ingeniería Civil también incluye un enfoque en el eje vial, que aborda el diseño, construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras viales como carreteras, caminos, autopistas y sistemas de transporte en general. El objetivo principal de este enfoque es garantizar la seguridad, eficiencia y comodidad del tráfico vehicular y peatonal, reconociendo la importancia crítica de la infraestructura vial en el desarrollo económico, social, político y militar de un estado (Aizaga, 2018).

Dentro de los aportes de excelencia que brinda la ESPOL, es promover el desarrollo de la investigación y la innovación tecnológica con el fin de lograr beneficiar directamente al avance de la sociedad. A pesar de los grandes desafíos en la educación superior, la institución brinda una educación de alto nivel, a través de implementar metodologías que compaginen correctamente el aprendizaje teórico y al práctico en conjunto. Tomando en cuenta que en el ámbito de ingeniería civil continuamente hay evolución de conocimientos. De esta manera se da la seguridad, de formar futuros profesionales que generen obras de gran calidad.

1.2 Presentación general del problema

Actualmente, la ESPOL cuenta con laboratorios dedicados a Geotecnia, Sanitaria e Hidráulica, específicamente para la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. No obstante, existe una clara necesidad de establecer un laboratorio adicional que aborde las carencias de espacio y las actividades no contempladas en las instalaciones existentes. Este nuevo laboratorio tiene la intención de centrarse en aspectos fundamentales de la carrera de Ingeniería Civil, abarcando los ejes de estructuras, infraestructura vial, métodos constructivos y materiales.

En un contexto más amplio, en Ecuador, aproximadamente el 70% de los proyectos de construcción se desarrollan de manera informal (González, 2023). Esta realidad puede estar

relacionada con la escasez de investigaciones adecuadas en el ámbito de la ejecución de obras, así como la falta de acceso a innovaciones en la industria de la construcción.

Esta combinación de factores ha provocado un marcado aumento en la cantidad de empleos informales en el sector. Además, para llevar a cabo un proyecto exitoso, es crucial realizar un estudio del terreno que cumpla con los requisitos de construcción en términos ambientales, sociales y económicos.

En el ámbito educativo de la institución, es de suma importancia fomentar la innovación tecnológica y científica entre los estudiantes, con el objetivo de proporcionar una educación de excelencia y alineada con los avances en la Ingeniería. En consecuencia, se pretende impulsar la investigación en métodos constructivos, al mismo tiempo que se busca contribuir significativamente a las empresas involucradas en la industria de la construcción que carecen de los recursos necesarios para su desarrollo empresarial.

Para llevar a cabo este proyecto, se espera que los fondos iniciales sean proporcionados por el estado. Por lo tanto, se requiere llevar a cabo un estudio de mercado que se adapte a las necesidades vigentes en el ámbito de la construcción a nivel nacional.

1.3 Justificación del problema

El área de construcción es una de las actividades que más aporta al crecimiento económico del Ecuador. A pesar de que durante la pandemia del Covid-19 el sector constructivo tuvo un gran decrecimiento. En el presente, el país ha tenido un incremento del 0.1% según el Banco Central del Ecuador.

Entre los impactos positivos que proporciona al establecer un laboratorio en las áreas de estructura, vial y construcción son en el sector de investigación y desarrollo de nuevas técnicas de construcción y métodos de prueba e incluso permite mejorar la seguridad y eficiencia de las estructuras. Además, impulsa a innovar diseños estructurales innovadores a

su vez con soluciones competentes y sostenibles.

Un ejemplo de las actividades que se desean incluir dentro del laboratorio multidisciplinar es: el área de curado de hormigón que se implementará en este nuevo laboratorio, lo que mejoraría en gran manera la precisión de los resultados que se obtienen en pruebas realizadas en el laboratorio de materiales de la Facultad. También, es el diseño de un muro de reacción para realizar pruebas de elementos estructurales a escala y a nivel didáctico genera una mejor comprensión de los principios del comportamiento estructural e implementar un taller de soldadura para la enseñanza de técnicas y habilidades esenciales para realizar trabajos de soldadura

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Elaborar el diseño estructural del laboratorio multidisciplinario de Ingeniería Civil de la ESPOL, utilizando software especializado en diseño de edificaciones que garantice el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales, como la NEC y la ASCE, para el logro de una estructura que exhiba un comportamiento adecuado ante eventos sísmicos severos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diseñar una nave industrial para el área de trabajo del laboratorio, y una estructura de pórticos de hormigón donde se ubicará el área de oficinas.
- Presentar un presupuesto total de la obra, a base del análisis de precios unitarios del proyecto.
- Proponer un diseño para los elementos estructurales del laboratorio.
- Brindar recomendaciones para el correcto proceso constructivo del proyecto.

- Implementar un sistema estructural adecuado en el laboratorio para el desarrollo de las actividades formativas, lo cual conllevará al aumento en la calidad educativa en la carrera de Ingeniería Civil, basando los resultados en el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 4.

Capítulo 2

2. Materiales y Métodos

2.1 Revisión de literatura

El diseño estructural se dividirá en dos partes, las cuales corresponden al diseño del edificio de oficinas y de la nave industrial que contará con un muro de reacción. El edificio de oficinas será de hormigón armado y se realizará a base de las normativas vigentes tanto de la índole nacional como internacional, entre ellas se tienen: NEC-SE-DS, NEC-SE-HM, NEC-SE-GC, ASCE 7, ACI 318. El diseño estructural estará basado en el análisis lineal estático, además de que se clasificará el suelo de fundación del proyecto, a través del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Esto se realizará con el fin de conocer la carga permisible del terreno y el correspondiente diseño de la cimentación. Por otra parte, para el diseño de la nave industrial se utilizará la normativa peruana (RNE) para el diseño de la nave industrial, con cubiertas de cerchas en celosía y columnas de hormigón armado.

2.1.1 Análisis Estructural

Según (Chopra, 2016), el análisis estructural es el proceso de estudiar el comportamiento de las estructuras en proyectos civiles para determinar los efectos de las cargas aplicadas y verificar su comportamiento. Mediante el análisis estructural se estiman esfuerzos internos, deformaciones, desplazamientos, frecuencias naturales, y se verifica la estabilidad y resistencia (Smith, 2020).

Existen varios métodos como el de rigidez, flexibilidad, análisis modal (utilizado para este proyecto) y dinámico, y el método de elementos finitos, este último se basa en la división de la estructura en una serie de subdominios donde se discretizarán cada uno de ellos con ecuaciones integrales, este método se realiza computacionalmente (Galeano & Girón, 2019).

El análisis verifica que la estructura no exceda los estados límites de servicio (deformaciones, vibraciones) y últimos (resistencia, estabilidad) según las normas de diseño, para las cargas de gravedad, viento, sismo, etc. Su objetivo es garantizar un comportamiento seguro y adecuado de las estructuras.

2.1.2 Análisis Estático Lineal

El Análisis Estático Lineal o AEL es un método simplificado para la estimación de la respuesta estructural ante cargas laterales como sismo o vientos (Chopra, 2016) .El procedimiento de este análisis se realiza con el supuesto de que los elementos estructurales no llegan a la fluencia es decir que regresarán a su estado original luego de que deje de aplicarse las cargas (Troyano, 2019) .

Este análisis aplica fuerzas laterales equivalente a las inerciales que se podrían generar en un evento sísmico, estas fuerzas se distribuyen en altura según la forma del primer modo de vibración (Chopra, 2016).

Con este análisis se estiman los desplazamientos y fuerzas en los elementos del sistema estructural, este concepto radica en que la vibración del suelo es transmitida por la estructura a través de dichos elementos (Chicaiza, 2022). Además, permite la evaluación aproximada de la rigidez lateral, periodos fundamentales y demandas sísmicas de la estructura (Chopra, 2016).

Según los códigos de diseño sísmicos (NEC-SE-DS, ASCE 7-16) es un método rápido y sencillo de aplicar, que a su vez tiene limitaciones para estructuras irregulares o con un comportamiento no lineal.

2.1.3 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es un método utilizado principalmente para categorizar suelos desarrollado en Estados Unidos en la década de 1940 por Arthur Casagrande de la Universidad de Harvard (Das, 2010). Se basa en parámetros físicos fundamentales como la granulometría y límites de Atterberg. Este método distingue entre suelos de grano grueso (gravas y arenas) y de grano fino (limos y arcillas), asignando símbolos a cada grupo G, S, M y C respectivamente (Arízaga, 2014).

Esta clasificación permite determinar propiedades relevantes en la ingeniería como la capacidad de carga, compresibilidad y resistencia al corte de los suelos. Consta de dos niveles principales, que son: grupo (basado en tamaño de grano) y subgrupo (basado en los límites de consistencia y la plasticidad). De igual manera, incluye el grupo Pt para turbas, fangos y otros suelos altamente orgánicos. En cada grupo pueden existir subdivisiones adicionales. De esta forma la clasificación SUCS provee de una clasificación objetiva y práctica para identificar el comportamiento esperado de los suelos en el campo. Las ilustraciones de clasificación según el sistema SUCS pueden ser encontrados en el ASTM, 2011.

2.1.4 Muro de reacción

Uno de los principales elementos estructurales dentro del laboratorio a realizarse es el muro de reacción, que constará como fachada de este y será utilizado para diversos ensayos en el área estructural.

Los muros de reacción o muros de corte son elementos estructurales verticales que cumplen un rol fundamental en la resistencia sísmica de las edificaciones. Según el código ACI 318-19, los muros de corte son elementos verticales cuya principal función es brindar resistencia ante cargas laterales provenientes de sismos y vientos mediante el desarrollo de esfuerzos cortantes, flexión y axiales. Debido a esto se utilizan en lugares con alta actividad

sísmica el comportamiento de los muros de reacción es complejo y depende de varios factores.

Según (Yamakawa, 1990), la respuesta no lineal de los muros de corte está influenciada por las propiedades de los materiales, el refuerzo colocado, esbeltez, carga axial y condiciones de borde. Por esto, para su estudio es indispensable realizar ensayos experimentales bajo cargas laterales cíclicas que simulen fuerzas provocadas por un sismo. Según (FEMA 461, 2007) los muros de cortes deben ser ensayados bajo cargas laterales cíclicas para evaluar su resistencia, rigidez lateral, capacidad de disipación de energía y desempeño en el rango inelástico. Se conoce también que el esfuerzo tanto longitudinal como transversal cumplen con un papel fundamental en la respuesta sísmica, ductilidad y modo de falla de los muros (Wallace, 2012).

2.1.5 Sistema Muro de Reacción - Losa Fuerte

El sistema estructural de Muro de Reacción - Losa Fuerte consiste en muros de hormigón armado que trabajan en conjunto con una losa armada de gran rigidez para resistir cargas laterales, principalmente debido a sismos (Miranda, 2022). Los muros actúan como rigidizadores laterales y amarre estructural, mientras que la losa actúa como un diafragma que transfiere las fuerzas sísmicas a los muros (ACI 318, 2019)

Según (FEMA P-1050, 2015), este edificio presenta una mayor eficiencia estructural en comparación a una edificación elaborado en base a muros de carga, esto permite mayor flexibilidad arquitectónica, además de aportar mayor ductilidad y resistencia.

A pesar de esto, el análisis y diseño requerido para este sistema debe ser cuidadoso, considerando aspectos como aberturas en los muros, geometría, rigidez relativa muro-losa, para garantizar un comportamiento adecuado (Miranda, 2022).

Se concluye entonces, el sistema muro de reacción - losa fuerte resulta una solución sísmicamente resistente, empleando óptimamente las propiedades del hormigón armado. Pero

para su correcta implementación depende de un diseño y análisis adecuado a las normas y principios de ingeniería estructural.

2.1.6 Sistema del puente grúa

Para considerar la distribución de cargas del puente grúa, los cálculos de las cargas verticales de impacto, horizontales transversales, y carga longitudinal, se tomará en cuenta la normativa peruana llamada ‘Reglamento Nacional de Edificaciones’ (Vivienda, 2021). En España, el laboratorio de investigación en Ingeniería Civil (labsIC) se compone de diversas áreas como lo son: ingeniería de transporte, del terreno, estructural y construcción, en la cual cuenta con cámaras húmedas con altas capacidades de temperatura y un puente grúa con una de 50kN (Alicante, 2023).

Otro ejemplo es el laboratorio de estructuras de la Universidad Nacional de Colombia, este laboratorio cuenta con prensas universales con capacidad de 300, 500 y 1000 kN, un sistema de reacción espacial con capacidad de 100 kN, dos celdas de cargas de 300 y 1000kN, medidores de desplazamiento, entre otros equipos. Su principal objetivo es la determinación de la resistencia y comportamiento de las estructuras o de algunos de sus componentes.

A nivel nacional, como referencia se tiene el diseño del laboratorio de estructuras de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), este laboratorio es conocido como el Centro de Investigación de la Vivienda (CIV), y en este se realizan ensayos para determinar el comportamiento de elementos estructurales, y estructuras a escala natural o modelos a escala. Además, este laboratorio cuenta con un sistema de muro de reacción y losa fuerte, utilizado para ensayos a grandes escalas.

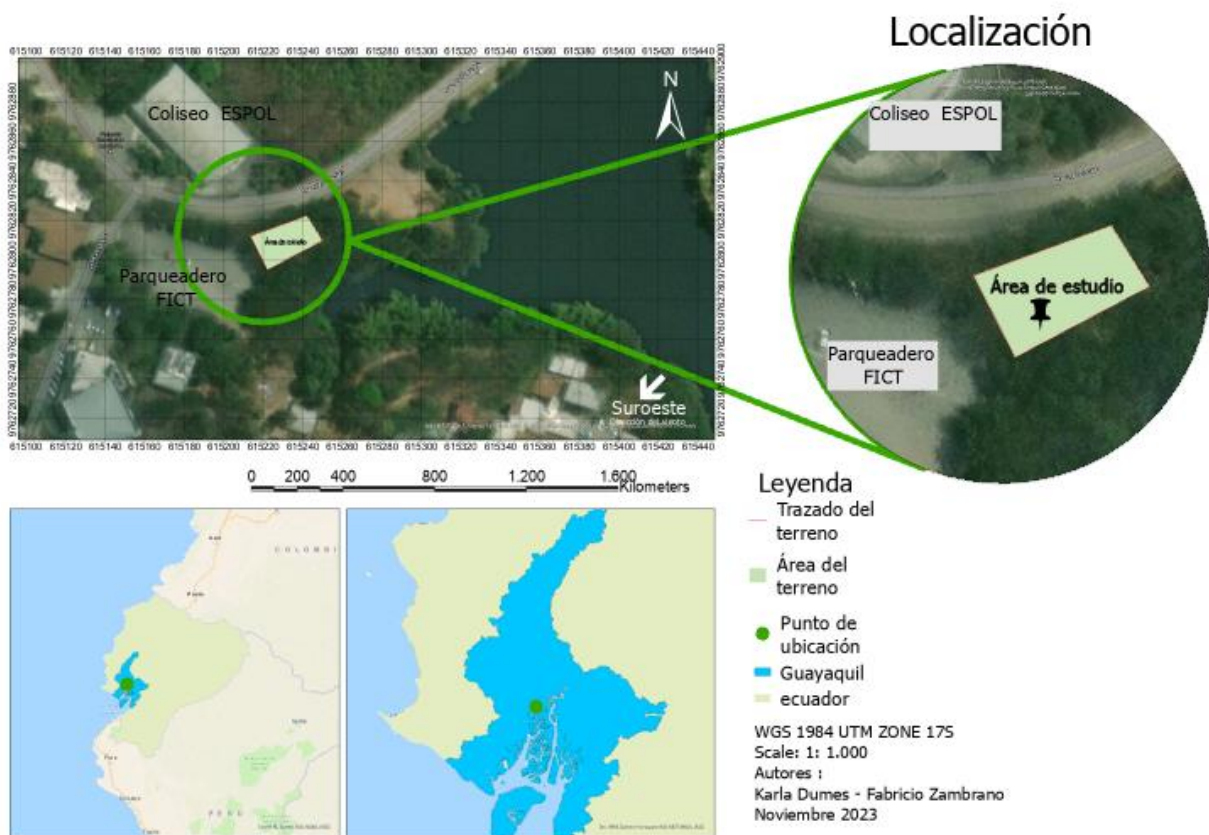
2.2 Área de estudio

El área en que se estableció la ubicación del proyecto actualmente es una zona verde, la cual se encuentra frente al coliseo Deportivo de ESPOL y a sus lados están el estacionamiento de la Facultad de Ingeniería Ciencias de la Tierra (FICT) y el lago de ESPOL, respectivamente.

En la figura 1, se observa la zona de estudio delimitada en el mapa satelital de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) campus Gustavo Galindo en el Km 13.5 Vía Perimetral, en la vía principal de ESPOL.

Figura 1.

Vista del terreno de estudio en el Campus Gustavo Galindo



Nota. Esta Ilustración muestra la ubicación dónde se desarrolla el proyecto

El laboratorio multidisciplinar tiene planificada la disposición de espacios que son de gran necesidad en la carrera de Ingeniería Civil para las áreas de estructuras, construcción, hormigón y materiales y vías. Es por ello es planificado en dos partes, la primera está compuesta de una nave industrial con un área de 225 m², la cual cuenta con un muro de reacción, bodega y espacios para las áreas anteriormente mencionadas. En la segunda sección es de 180m², diseñada a base de hormigón armado, que dispone oficinas administrativas, salas de reunión y de control, un taller, el cuarto de hormigón y los baños. Para esto, se realizó la respectiva socialización del proyecto con los docentes de la Facultad Ciencias de la Tierra, de esa manera permite conocer las necesidades respecto a las áreas esenciales para la enseñanza.

2.2.1 Características del área

Entre las características de la zona se tiene que esta área de estudio es de 405 m². Además, el relieve del lugar presenta una altitud de 84,83 m sobre el nivel del mar. A su vez, tiene una pendiente en sentido este, también está rodeado en el mismo lado del lago de ESPOL. Esta zona se caracteriza por ser un tipo de suelo rocoso, esto es evidente dado que el área se encuentra en un lugar montañoso.

2.2.2 Descripción climatológica

La dirección del viento es influenciada por la abundante vegetación, humedad a gran nivel y el relieve del lugar. Además, está en sentido suroeste, esto quiere decir que tiene un impacto significativo en la proporción de humedad y temperatura aparente en la zona de estudio.

2.2.3 Limitaciones del terreno

Dentro de las limitaciones del terreno se tiene que está ubicado aproximadamente a 85 m del resto de edificios que conforman a la Facultad Ciencias de la Tierra (FICT). Además, es

una zona de gran vegetación y si se desea realizar el laboratorio con un suelo plano se debe realizar corte y relleno debido al relieve que se presente en la zona.

Debido a que esta área se encuentra en medio del bosque protector ‘La Prosperina’, se debe estimar la vulnerabilidad lo cual representaría por parte de la flora y fauna existente en la zona.

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1. Topografía

Para la elaboración del proyecto se requirió el levantamiento topográfico del terreno de estudio, para lo cual se utilizaron los hitos previamente georreferenciados, que están ubicados en la FICT. En la tabla 1, se presenta las coordenadas y la elevación de los hitos considerados para este proyecto.

Tabla 1.

Coordenadas y cotas de elevación de los Hitos

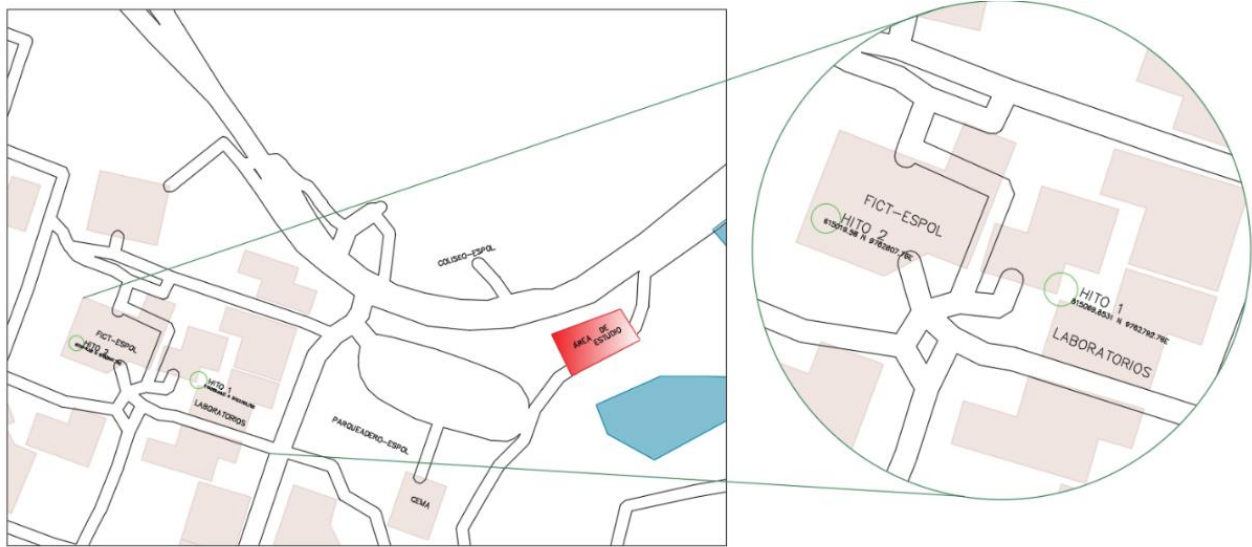
Hito	Este	Norte	Elevación
1	9762792,76	615069,653	86,419
2	9762807,85	615019,581	84,485

Nota: Esta tabla representa las coordenadas que tienen los hitos desde dónde se referencio la topografía del proyecto.

Posteriormente, se tomaron puntos de nivelación en toda el área de estudio, para obtener el relieve del terreno. También, se utilizaron puntos obtenidos anteriormente que fueron brindados por la FICT. A su vez, dado que el terreno es extenso e irregular se optó por realizar una malla con cuadrículas de 1 a 1.5m de longitud. A través de la estación total, se obtuvieron 217 puntos del terreno. Además, el terreno en su mayoría presenta una gran irregularidad por lo que es indispensable realizar un relleno.

Figura 2.

Esquema de los hitos georreferenciados



Nota. Esta Ilustración muestra la ubicación de los hitos georreferenciados ubicados en la facultad.

2.3.2 Caracterización del suelo

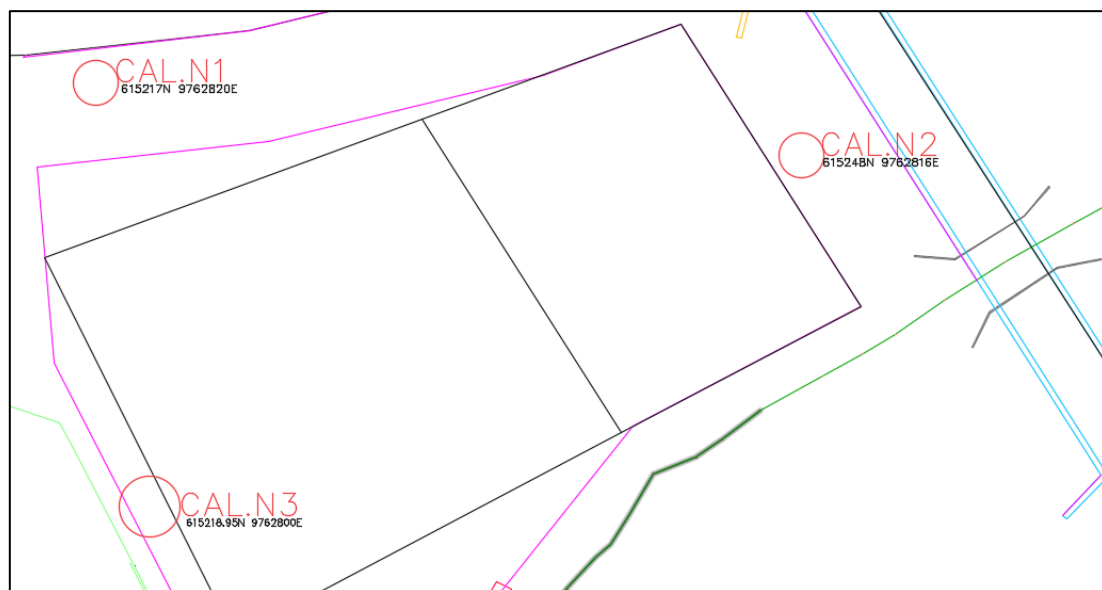
2.3.2.1 Calicatas

Para el diseño de las cimentaciones de la edificación y del sistema muro de reacción- losa fuerte se necesita la correspondiente caracterización del terreno de fundación del proyecto, para esto se realizaron un total de 3 calicatas distribuidas de manera aleatoria en el área de interés, la localización de las calicatas dentro del terreno se puede observar en la figura 3, de igual manera, las coordenadas de estas son presentadas en la tabla 2.2.

Tabla 2.*Información de las calicatas*

#	Coordenadas		Profundidad (m)
	Este	Norte	
1	9762810	0615232	1.06
2	9762816	0615248	1.80
3	9762800.339	615218.953	1.20

Nota: Esta tabla indica las coordenadas geográficas de las calicatas y la profundidad de estas.

Figura 3.*Ubicación de las calicatas*

Nota. Esta ilustración muestra la ubicación de las calicatas en el terreno utilizado para el proyecto.

2.3.2.2 Ensayo de Granulometría

Para la elaboración de los ensayos, las muestras deben secarse al sol, luego, se deberá cuartear las muestras para realizar los distintos ensayos a realizarse.

Como primer ensayo de caracterización se realizó el ensayo de granulometría, el cual consiste en tamizar las muestras a través de una serie de tamices normalizados y determinar el porcentaje retenido en cada tamiz (ASTM C136, 2013). En primer lugar, se realiza el lavado con el tamiz 200 para determinar el porcentaje de finos que poseerán cada muestra, la tabla 2.3, muestra el porcentaje de finos obtenidos por cada muestra.

Tabla 1.

Porcentaje de pasante tamiz #200

Muestra	% Pasante Tamiz #200
Calicata 1-1 (superior)	20,89
Calicata 1-2 (Inferior)	24,61
Calicata 2	50,62
Calicata 3-1 (Superior)	37,73
Calicata 3-2 (Inferior)	20,00

Nota: Esta tabla indica el porcentaje de finos que tienen cada de las muestras recolectadas de las calicatas.

Luego del lavado, la muestra restante deberá ser tamizada para obtener la granulometría correspondiente de cada una, para esto se utilizaron los tamices #4, #10, #40 y #200, a continuación, las siguientes tablas representan el porcentaje de retenidos y pasantes que se obtuvo en cada tamiz.

Tabla 2.

Granulometría Muestra 1-1

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
4	5	109	39,970	39,970	60,029
10	2	58,7	21,525	61,496	38,503
40	0,425	70,9	25,999	87,495	12,504
200	0,075	33,6	12,321	99,816	0,183

FONDO	0,5
TOTAL	272,7

Nota: Indica la tabla de granulometría obtenida a través del ensayo realizado en la muestra 1 de la calicata 1.

Tabla 3.

Granulometría Muestra 1-2

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
4	5	172,2	39,441	39,441	60,558
10	2	89,3	20,453	59,894	40,105
40	0,425	121,4	27,805	87,700	12,299
200	0,075	53	12,139	99,839	0,160
FONDO		0,7			
TOTAL		436,6			

Nota: Indica la tabla de granulometría obtenida a través del ensayo realizado en la muestra 2 de la calicata 1.

Tabla 4.

Granulometría Muestra 2

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
4	5	79,3	50,190	50,190	49,810
10	2	25	15,823	66,013	33,987
40	0,425	31,6	20,000	86,013	13,987
200	0,075	21,8	13,797	99,810	0,190
FONDO		0,3			
TOTAL		158			

Nota: Indica la tabla de granulometría obtenida a través del ensayo realizado en la calicata 2.

Tabla 5.*Granulometría de muestra 3-1.*

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
4	5	236,75	50,010	50,010	49,990
10	2	70,11	14,810	64,819	35,181
40	0,425	90,9	19,201	84,020	15,980
200	0,075	74,62	15,762	99,782	0,218
FONDO		1,03			
TOTAL		473,41			

Nota: Indica la tabla de granulometría obtenida a través del ensayo realizado en la muestra 1 de la calicata 3.

Tabla 6.*Granulometría de muestra 3-2.*

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
4	5	366,6	69,8818	69,881	30,118
10	2	74,4	14,1822	84,064	15,936
40	0,425	55,4	10,5604	94,624	5,375
200	0,075	26,5	5,0515	99,675	0,324
FONDO		1,7			
TOTAL		524,6			

Nota: Indica la tabla de granulometría obtenida a través del ensayo realizado en la muestra 1 de la calicata 3.

2.3.2.3 Ensayo de Límites de Atterberg

Con la otra mitad de las muestras no alteradas se realizó el ensayo de Límites de Atterberg, este ensayo mide el contenido de humedad en el cual el suelo pasa de un estado semisólido a uno plástico (límite plástico) y de un estado plástico a uno líquido (límite líquido) (DaS, Sobhan, & Emeritus, 2013).

El límite líquido se determina usando el aparato de Casagrande. Se forma una ranura en

una pasta de suelo húmeda y se golpea para cerrar la ranura. Se evaluaron 3 rangos distintos con diferentes cantidades de humedad en dónde se establecieron cierta cantidad de golpes para que la ranura se cerrara, con esto se podrá calcular el límite líquido de la muestra. El límite plástico se determina formando columnillas de suelo de 3 mm de diámetro.

Estos ensayos fueron realizados únicamente en la muestra 2, debido a que esta presentaba mayor cantidad de finos y una composición arcillosa, las demás muestras fueron descartadas al tratarse de suelos granulares como gravas y arenas.

La tabla 9 presenta los datos obtenidos en el ensayo del límite líquido, como el peso húmedo de la muestra, el número de golpes y el porcentaje de humedad calculado.

Tabla 7.

Datos obtenidos del ensayo de límite líquido

	1	2	3
Masa recipiente (g)	6,13	6,06	6,14
Número de golpes	38	23	13
Masa de Suelo húmeda	14,29	14,42	9,03
+ Recipiente (g)			
Masa de Suelo seca +	11,61	11,31	7,95
Recipiente (g)			
Masa de agua	2,68	3,11	1,08
evaporada			
Masa de suelo seco	5,48	5,25	1,81
Humedad	49%	59%	60%

Nota: Esta tabla indica los datos obtenidos a través del ensayo de límite líquido.

De igual manera la tabla 10 muestra los datos obtenidos en el ensayo para la determinación del límite plástico.

Tabla 8.

Datos obtenidos del ensayo de límite plástico.

	1	2
Masa recipiente (g)	5,93	6,27
Masa de Suelo húmeda + Recipiente (g)	8,9	8,9
Masa de Suelo seca + Recipiente (g)	8,08	8,15
Masa de agua evaporada	0,82	0,75
Masa de suelo seco	2,15	1,88
Humedad	38%	40%

Notas: **Esta tabla indica los datos obtenidos en el ensayo de límite plástico.**

Figura 4.

Ensayos realizados en el laboratorio de Geotecnia de la FICT



Nota. Estas ilustraciones evidencian los ensayos realizados en laboratorio

2.4 Análisis de datos

2.4.1 Morfología de la superficie

A través de softwares de análisis de información geográfica y de su herramienta TIN, se creó la morfología de la superficie empleando los puntos tomados anteriormente. La morfología del terreno de estudio se puede apreciar en la figura 5.

Figura 5.

Morfología del terreno



Nota. Esta ilustración muestra la morfología del terreno de estudio obtenida a través de un software de análisis geográfico

2.4.2 Corte y Relleno

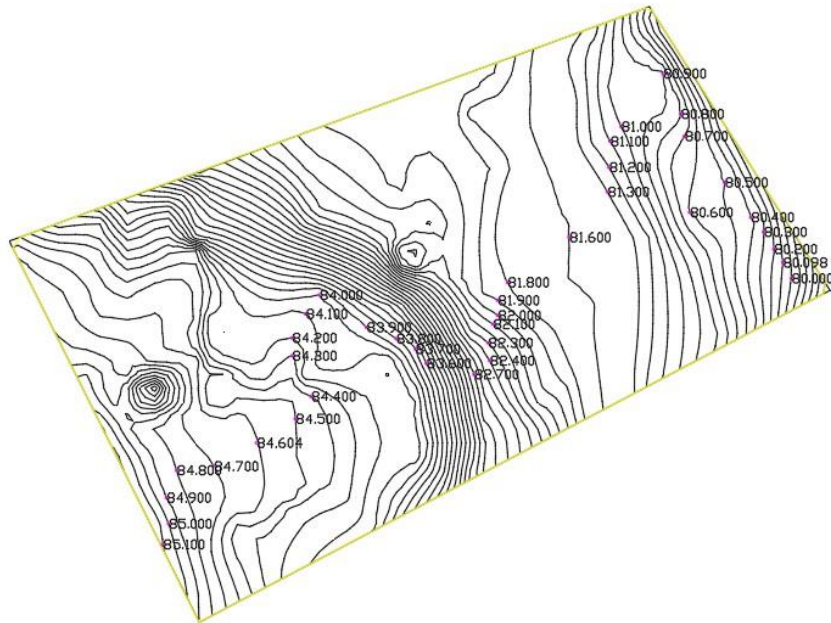
Los puntos y elevaciones tomadas en el trabajo de campo brindan la información necesaria para obtener el corte y relleno del terreno. Lo cual permite que el terreno sea adecuado para la construcción del proyecto.

Para este análisis se requirió el uso del software de AutoDesk Civil 3D además de un software de análisis de información geográfica con la cual se obtuvieron las curvas de nivel del área de estudio, como se evidencia en la figura 6. Posteriormente, el software de Civil 3D nos permitirá crear superficies en base a las curvas de nivel generadas con anterioridad, figura 7, así mismo se deberá elaborar un grupo de puntos que definan el terreno de

implantación que tendrá el proyecto, para luego dar lugar a la superficie de diseño de este, figura 8.

Figura 6.

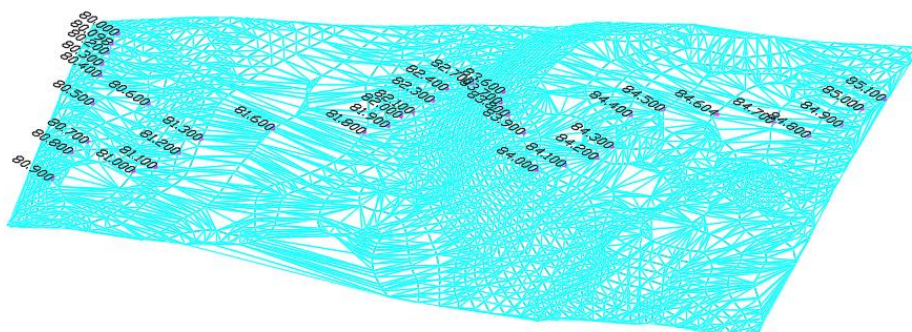
Curvas de Nivel



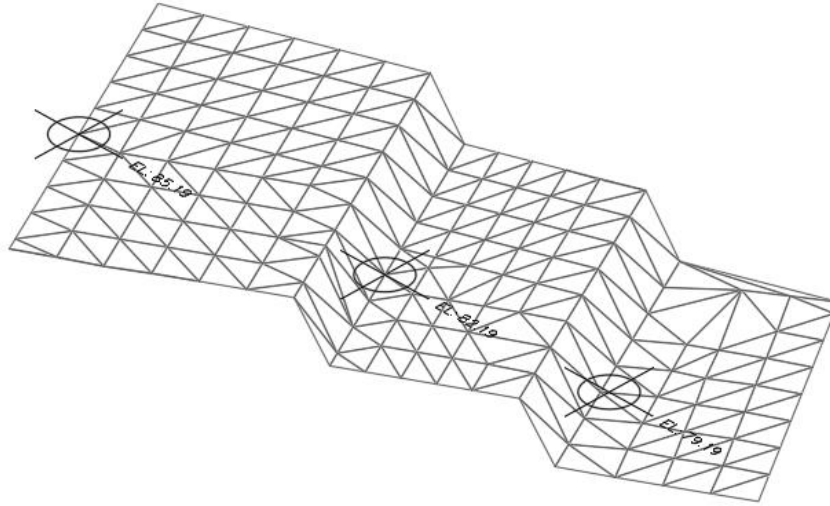
Nota. Esta figura muestra las curvas de nivel obtenidas del terreno del proyecto

Figura 7.

Superficie del terreno natural



Nota. Superficie del terreno natural elaborada en AutoDesk Civil 3D

Figura 8.*Superficie de diseño*

Nota. Superficie de diseño generada en AutoDesk Civil 3D

Posterior a la obtención de estas superficies se deberá crear una tercera superficie con ayuda de la Herramienta “Creación de Volumen Tin” en Civil 3D, esta superficie deberá ser la intersección entre la superficie de terreno natural y la de diseño, por lo que al observar la tabla de atributos de esta se podrán visualizar los volúmenes de corte y relleno que son representados en la tabla 11.

Tabla 9.**Volúmenes para el corte y relleno del terreno**

Operación	Volumen
Corte	255,61 m ³
Relleno	234,87 m ³

Diferencia

20,74m³

Nota: Esta tabla indica los volúmenes obtenidos a través de Civil 3D para el corte y relleno del terreno.

2.4.3 Caracterización del Suelo

Luego de obtener los datos de los ensayos de granulometría y límites de Atterberg se podrá realizar la caracterización del suelo a través de la clasificación SUCS, debido a que visualmente se concluyó que el suelo obtenido de cada una de las calicatas era un estrato único. Debido a que existe un depósito de materiales orgánicos alrededor de la calicata 2 es que existe una mayor cantidad de arcilla en esa zona, pero el estrato único es representativo en las otras 2 calicatas.

La clasificación se realizará según lo obtenido en la clasificación SUCS según la clasificación que representen los grupos de suelos que tienen más del 50% retenido en el lavado con el tamiz 200. La tabla 12 presentará el grupo al que pertenecen cada muestra, esta clasificación tomará en cuenta los valores obtenidos de la curva granulométrica, como lo son el Coeficiente de Uniformidad (Cu) y el Coeficiente de Curvatura (Cc).

Tabla 10.

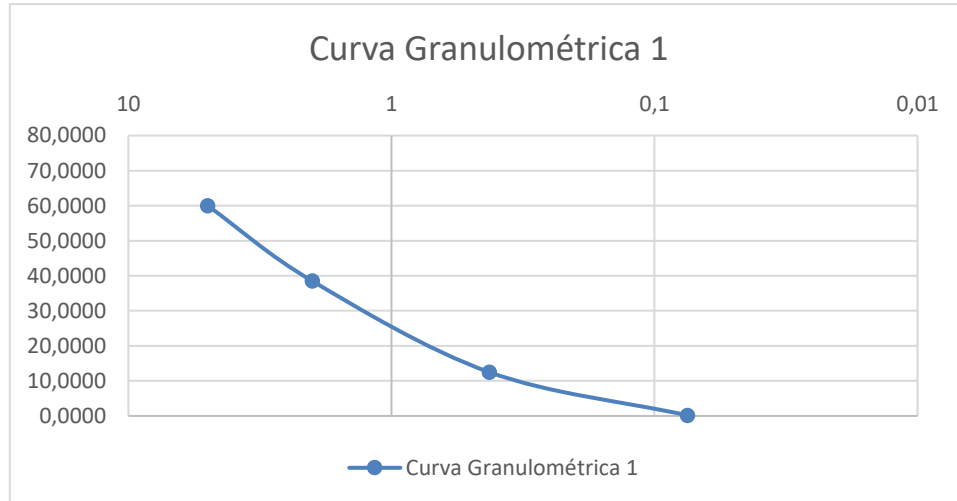
Clasificación del suelo de cada muestra

Muestra	Clasificación por SUCS
Muestra 1-1	SC
Muestra 1-2	SC
Muestra 3-1	GC
Muestra 3-2	GM

Nota: Esta tabla ilustra el tipo de suelo según la clasificación SUCS de cada una de las muestras obtenidas.

Figura 9.

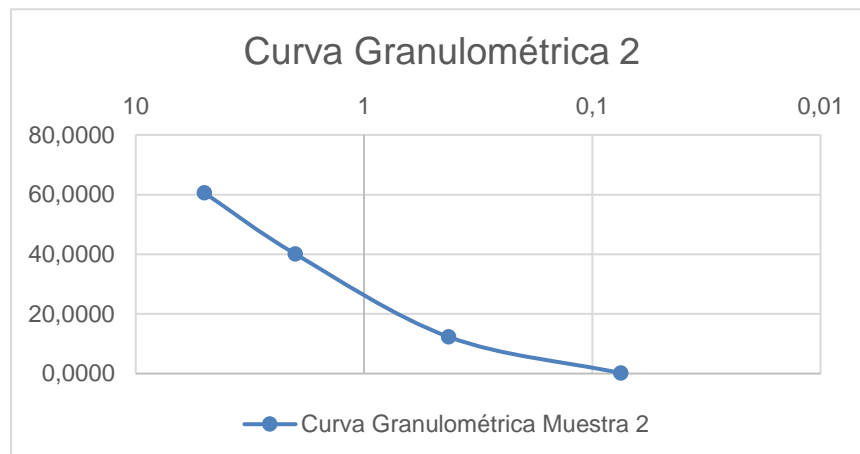
Curva Granulométrica 1



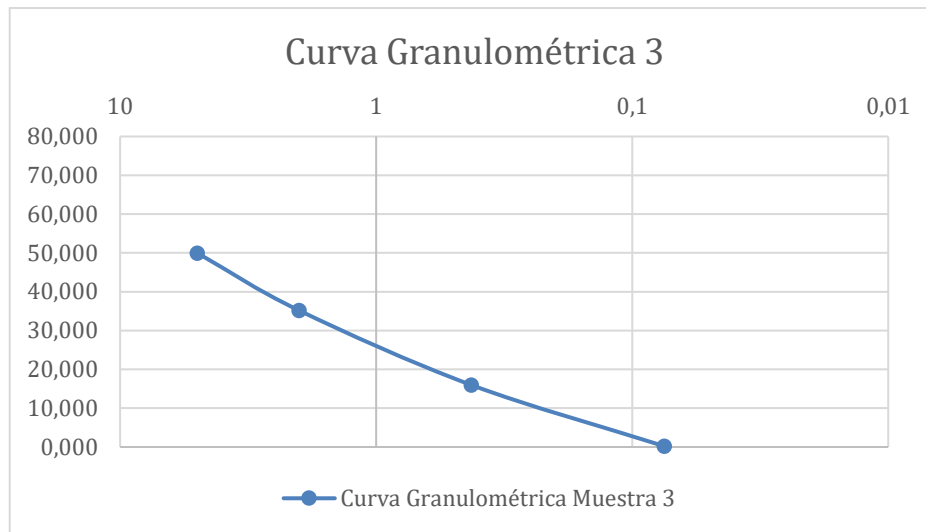
Nota. Esta ilustración muestra la curva granulométrica de la muestra 1.

Figura 10.

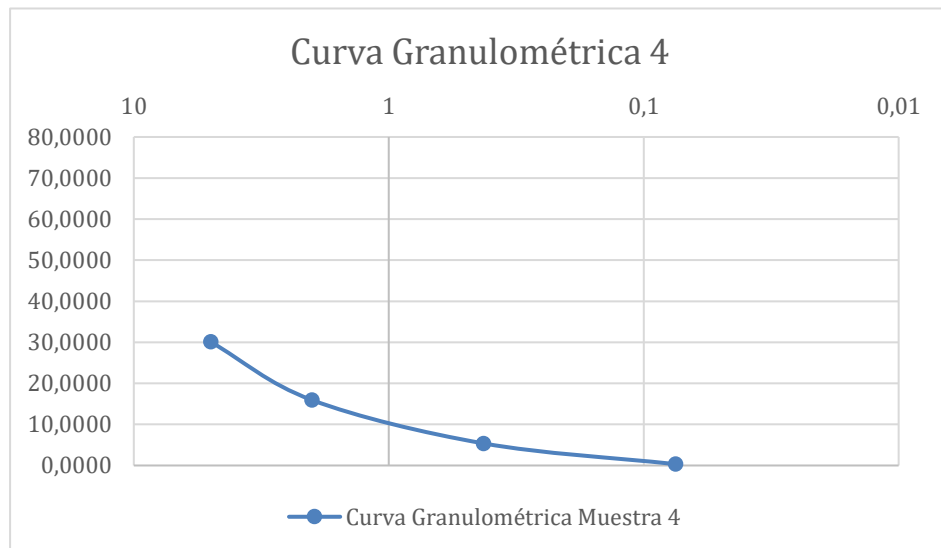
Curva Granulométrica 2



Nota. Esta ilustración muestra la curva granulométrica de la muestra 2.

Figura 11.*Curva Granulométrica 3*

Nota. Esta ilustración muestra la curva granulométrica de la muestra 3

Figura 12.*Curva Granulométrica 4*

Nota. Esta ilustración muestra la curva granulométrica de la muestra 4

2.4.4 Análisis de alternativas arquitectónicas y de ubicación

2.4.4.1 Alternativas de ubicación

Para este proyecto se consideró varias zonas de terreno posibles donde se pueda establecer el diseño del laboratorio multidisciplinar. Para ello, se tomó en cuenta la factibilidad del terreno respecto a la parte legal, operativa, social, ambiental y técnica. De esta manera, se realizó un conversatorio con las autoridades del área infraestructura de la ESPOL y se brindó información de la implantación de las zonas libres para la planificación del proyecto.

Luego de este dialogo se sugirieron 3 alternativas congruentes a la necesidad de espacio como se muestra en la figura 13. La primera zona, se sitúa en el lado izquierdo del edificio CEMA (Centro de Estudios del Medio Ambiente), y del lado derecho del parqueadero de los profesores y el comedor Gofresh. Luego, como segunda opción, se ubica entre el lago de ESPOL y el estacionamiento de la FICT. Como alternativa 3, se encuentra por la Facultad de Ciencias Marítimas y de Mar. Entre todas las opciones mencionadas la más propicia fue la alternativa dos debido a las restricciones de la alternativa 1 donde contiene zonas de registro lo cual no había permiso de construcción y en la opción 3 debido a que se sitúa en una zona donde se realiza jardinería, lo cual impediría de manera libre las entradas de volquetas en el laboratorio a diseñar.

Figura 13.*Ubicación de las alternativas de terreno*

Nota. Esta ilustración representa la ubicación de las alternativas de ubicación disponible.

2.4.4.2 Alternativas arquitectónicas

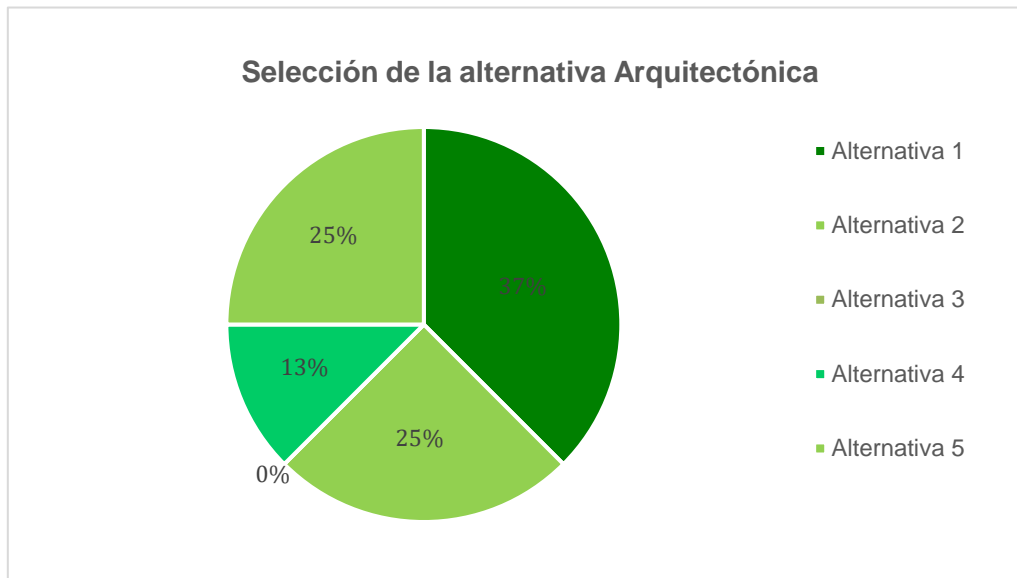
Una vez obtenida la zona 2 como la mejor alternativa, se generaron diversas propuestas de planos arquitectónicos. La elaboración de planos se consideró lo siguiente: distribución de espacio para cada zona de trabajo, oficinas administrativas, sala de control y reunión, taller, espacio para el muro de reacción, baños, cámara de hormigón, bodega y espacios para las áreas de construcción, vías y estructural.

Una vez detalladas todas las propuestas para la elección se realizaron entrevistas a los docentes de la carrera de Ing. Civil mediante un formulario con las descripciones de cada una de las alternativas arquitectónicas y el motivo de la elección del terreno de la zona 2.

En la figura 14 se observan los resultados de la encuesta ejecutada, donde la alternativa con mayor puntuación fue la alternativa 1. Cabe recalcar que las alternativas del terreno todas proporcionaban la misma distribución de área para que sea adaptable a los cambios durante la toma de decisión de la mejor propuesta.

Figura 14.

Diagrama tipo pastel de la selección de la alternativa arquitectónica



Nota. Este diagrama de pastel representa las alternativas elegidas por los profesores en cuestión de elegir el diseño arquitectónico del laboratorio

2.5 Análisis de Propuestas

2.5.1 Propuestas de diseño estructural para la nave Industrial

2.5.1.1 Nave industrial con cubierta metálica y columnas de acero

Existe una gran variedad de tipos de columnas de acero como lo son: en celosía y con perfiles de alma llena. Para el caso de las columnas en celosía son reticuladas y presentan espacios vacíos lo cual proporciona una buena eficiencia. Mientras que para el segundo tipo de columnas son de mayor peso debido a su diseño compacto, pero estas requieren de menor tiempo para la modelación y todo lo que conlleve al diseño estructural (Giraldo, 2020).

En general, las columnas de acero representan una gran ventaja porque ofrecen un peso ligero a comparación con el hormigón, brindan una buena resistencia y al ser prefabricadas, agilizan el tiempo de construcción. Sin embargo, el acero es muy propenso a la corrosión y requiere de un mantenimiento constante, ya que se espera que el laboratorio multidisciplinar cuente con un gran lapso de vida útil. Por otra parte, este material influye en gran manera al aspecto ambiental.

2.5.1.2 Diseño de nave industrial con hormigón armado

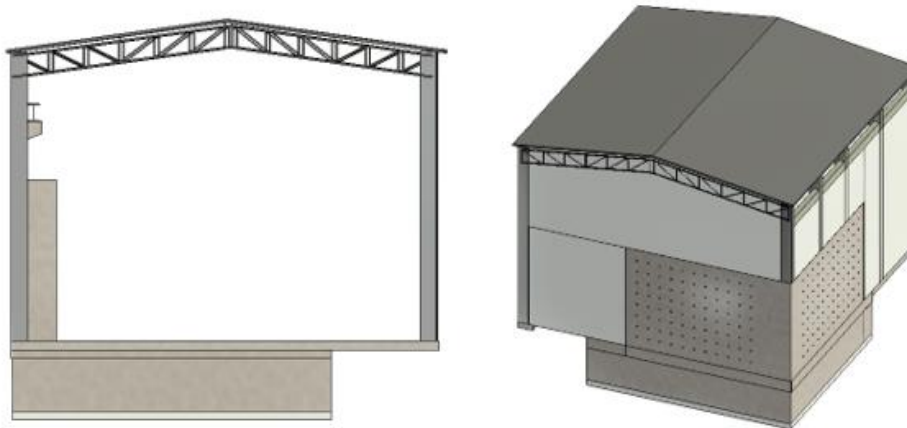
Este diseño a nivel de funcionalidad tiene un buen nivel de aceptación, debido a que el material proporciona grandes ventajas como lo es en la resistencia y el bajo impacto ambiental. Sin embargo, para la optimización de costos no es recomendable, debido a que conllevaría un mayor presupuesto debido al material a utilizarse.

2.5.1.3 Diseño de nave industrial con cubierta metálica y columnas de hormigón armado

Esta alternativa representa grandes ventajas, con respecto a columnas de hormigón armado, estas ofrecen una gran resistencia estructural por la capacidad de soportar una gran carga axial (Tomalá, 2018). Además, el hormigón es un material que beneficia en el aspecto de la sostenibilidad (Britez, 2015).

Figura 15.

Vistas de la nave industrial



Nota. Esta figura ilustra el detalle arquitectónico de la nave industrial, se obtuvo de Rizzo & Alarcón, 2023

Tabla 11.

Estudio de las alternativas de diseño estructural para la nave industrial.

Alternativas	Estética	Tiempo de construcción	Impacto ambiental	Económico	Desempeño estructural	Total 100%
Nave industrial con cubierta metálica y columnas de acero	10%	15%	5%	20%	20%	70%
Diseño de nave industrial con hormigón armado	15%	5%	10%	10%	20%	60%
Diseño de nave industrial con cubierta metálica y columnas de hormigón armado	15%	10%	10%	20%	30%	85%
Ideal	15%	20%	15%	20%	30%	100%

Nota: Esta tabla indica las ponderaciones que se les dio a cada una de las alternativas de sistema estructural destinadas al diseño de la nave industrial.

El análisis de los porcentajes de la alternativa aprobada respecto a los parámetros establecidos se representa de la siguiente manera:

- **Estética:** Debido a las necesidades del cliente, la preferencia es de realizar el diseño con columnas de hormigón armado, ya que brindan una mejor armonía visual para el laboratorio multidisciplinar.

- **Tiempo de construcción:** El acero en su naturaleza tiene menor tiempo que el hormigón para realizar una construcción. Debido a que los perfiles pueden ser prefabricados mientras que el hormigón armado debe realizar en el terreno debido a la colocación de moldes para el diseño.
- **Desempeño estructural:** Las columnas esbeltas de hormigón armado presentan una ventaja en el desempeño estructural debido a que el suelo del terreno es rocoso y si esta zona se realiza respectivamente los cortes y rellenos, este tipo de columnas beneficia en disminuir la carga sobre el suelo rocoso. Otro punto a favor es la seguridad que brinda frente a los ambientes invasivos, dado que no estaría expuesto a la corrosión como tal (Allie, 2023).
- **Impacto ambiental:** Actualmente hay tipos de concretos que disminuyen significativamente el impacto ambiental debido a la reducción de emisiones de dióxido carbono, o cual resultan de gran beneficio para el medio ambiente. Considerando, que la construcción está expuesta al hábitat natural de diferentes especies, al ser el Bosque de la Prosperina.
- **Económico:** este aspecto depende del tipo de estructura y factores geográficos. Para estructuras de pórticos especiales sismos resistentes, la opción más económica es el hormigón armado como tal. Sin embargo, al tener columnas esbeltas del material mencionado, disminuyen el espacio operativo del laboratorio multidisciplinar (Abril Camino, Abril Camino, Cadena Naranjo, & Pérez Maldonado, 2023).

2.5.2 Alternativas de Diseño de Edificio de Oficinas

2.5.2.1 Diseño de edificio de oficinas con estructura metálica

Según el Instituto Americano del Acero (AISC, 2017), los edificios elaborados con acero tienen menores tiempos de construcción, lo que reduce costos en el financiamiento y acelera el retorno de la inversión. Además, se conoce que el acero es mucho más ligero que el hormigón y tiene una alta resistencia con relación a su peso, permitiendo luces más largas y reduciendo de esta manera las dimensiones de los miembros estructurales (AAS, 2020).

La Asociación Chilena del Acero (AChA, 2018) afirma que las estructuras de acero tienen una excelente ductilidad, propiedad que les permite afrontar grandes deformaciones inelásticas sin colapsar ante movimientos sísmicos fuertes. Asimismo, los componentes estructurales de acero se pueden prefabricar en condiciones controladas, reduciendo de esta manera tiempos y gastos en la obra (SBI, 2016).

2.5.2.2 Diseño de edificio de oficinas con hormigón armado

Según la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS, 2015) el hormigón presenta una mayor resistencia a la compresión que el acero estructural, además el Instituto Americano del Concreto (ACI, 2021) afirma que el hormigón armado requiere menos mantenimiento que el acero y provee mayor durabilidad, también es más resistente al fuego, ofreciendo mayor prevención de colapso estructural ante incendios.

Por otro lado, el hormigón armado posee amortiguamiento inherente que atenúa de mejor manera la transmisión de vibraciones, según el libro de Diseño de Estructuras de Hormigón Armado de Mecánica Computacional. De igual manera, como es el caso del edificio de oficinas las edificaciones de poca altura resultan más económicas que las alternativas de acero estructural.

2.5.2.3 Diseño de edificio de oficinas con cubierta metálica y columnas de hormigón armado

Las cubiertas metálicas presentan mayor ligereza a comparación a las losas de hormigón armado lo que permite que tenga capacidad de cubrir grandes luces, según la Asociación Latinoamericana del Acero (ALACERO, 2018).

Como lo indica el ASCE las cubiertas metálicas también presentan mayor rapidez y facilidad de montaje, lo que reduce costos en ciertos rubros dentro de la obra.

Por otro lado, las columnas de hormigón armado presentan mejor comportamiento sísmico y ductilidad con mayores capacidades de deformación inelástica, según la Asociación Sismológica Mexicana.

Por esta razón representaría una ventaja que la cubierta, que es la única carga vertical que soportarán las columnas, sea de acero, ya que esta sería más ligera y reduciría tiempos de construcción.

Tabla 12.

Estudio de las alternativas de diseño estructural para oficinas del laboratorio

Alternativas	Estética	Tiempo de construcción	Impacto ambiental	Económico	Desempeño estructural	Total 100%
Oficinas con cubierta metálica y columnas de acero	20%	15%	5%	5%	15%	60%
Diseño de oficinas con cubierta metálica y columnas de hormigón armado	25%	5%	8%	10%	10%	58%
Diseño de oficinas con hormigón armado	25%	10%	10%	15%	15%	75%
Ideal	25%	20	10	25	20	100%

Nota: Esta tabla indica las ponderaciones que se les dio a cada una de las alternativas de sistema estructural destinadas al diseño de la nave industrial.

Estas alternativas serán evidenciadas en la tabla 14, dónde tomarán ponderaciones en distintos aspecto, comportamientos y características correspondientes a cada sistema estructural, esto con el fin de elegir la propuesta más factible para la realización del proyecto.

Debido a la necesidad del cliente el mayor peso recae en la estética para las oficinas, debido a que esta área será usada por autoridades y estudiantes de la institución, a su vez tiene como meta llegar al mercado nacional e internacional. Por otra parte, el acero tiene menor tiempo de construcción, pero la parte económica si aumenta debido a la mano de obra.

Capítulo 3

3. Diseño y Especificaciones

3.1 Diseño de Edificio de Oficinas

3.1.1 Zona sísmica y factor de zona Z

Debido a que el proyecto está ubicado en la ciudad de Guayaquil la zona sísmica correspondiente es la IV, según la NEC-SE-DS.

Tabla 15.

Zona Sísmica y Factor Z de edificio de oficinas

Zona Sísmica
IV (Guayaquil)
Factor Z
0,4

Nota: Esta tabla presenta la zona sísmica y el factor Z del lugar dónde se desarrollará el proyecto.

3.1.2 Tipo de perfil de suelo

El perfil utilizado en el desarrollo del proyecto será el perfil B, debido a las características de este, la clasificación de los perfiles de suelo se encuentra detallado en la norma NEC-SE-DS.

3.1.3 Coeficientes de perfil de suelo

Estos coeficientes dependerán de la zona sísmica y el factor z del proyecto:

$F_a = 1$ Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto

$F_d = 1$ Desplazamiento de diseño en roca

$F_s = 0,75$ Desplazamiento de diseño en roca

3.1.4 Periodo Fundamental de la Estructura – Método 1 (NEC)

El periodo fundamental se calculará según la ecuación (3-1):

$$T_a = C_t * h_n^\alpha \quad (3 - 1)$$

$C_t = 0,047$ Variable detallada en la NEC-SE-DS sección 6.3.3.

$\alpha = 0,9$ Variable detallada en la NEC-SE-DS sección 6.3.3.

$h_n = 3 \text{ m}$ Altura del edificio

$$T_a = 0,047 * 3^{0,9} = 0,148 \text{ s}$$

3.1.5 Espectro de respuesta elástico

Intervalos de T (periodos) para la elaboración del espectro:

Intervalo 1

$$\text{De } 0 \leq T \leq T_0$$

Dónde $T_0 = 0,1 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$ (3 - 2)

$$S_a = z F_a (1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_0}) \quad (3 - 3)$$

Intervalo 2

$$\text{De } T_0 < T \leq T_c$$

Dónde $T_c = 0,55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$ (3 - 4)

$$S_a = \eta * z * F_a \quad (3 - 5)$$

Intervalo 3

$$\text{De } T > T_c$$

$$S_a = \eta * z * F_a * \left(\frac{T_c}{T}\right) \quad (3 - 6)$$

La variable η según la NEC dependerá de la zona en la que se encuentre el proyecto, adoptando los siguientes valores:

- $\eta = 1,80$: Provincia de la Costa (excepto Esmeraldas)
- $\eta = 2,48$: Provincia de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
- $\eta = 2,60$: Provincias del Oriente

3.1.6 Espectro de Respuesta Inelástico

Según la NEC-SE-DS Para la elaboración del espectro inelástico se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$C_s(T) = \frac{S_a * I}{R * \phi_p * \phi_e} (T) \quad (3 - 7)$$

$S_a (T)$: Aceleración del suelo, depende del espectro de respuesta elástico

$I = 1,3$ Coeficiente de Importancia obtenido de la tabla 6 de la NEC-SE-DS

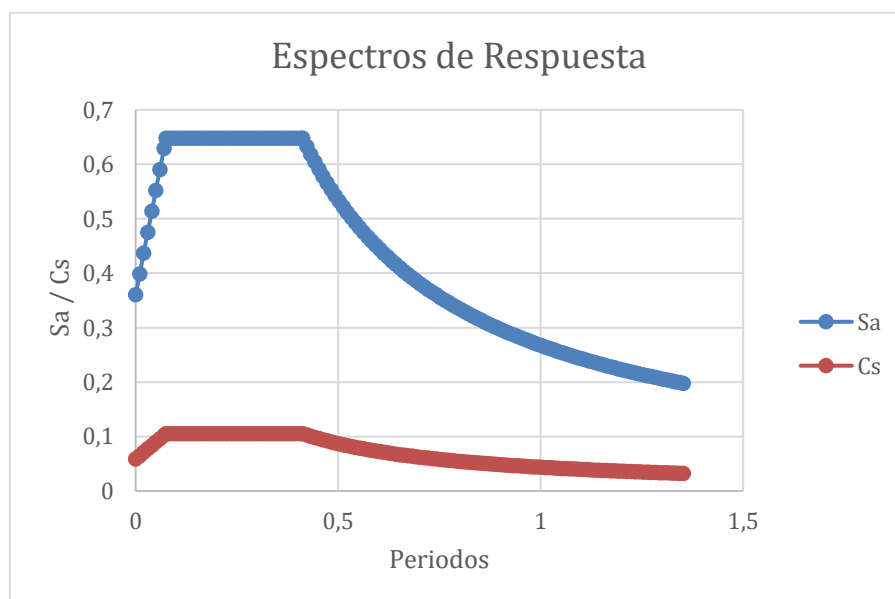
$R = 1,3$ Coeficiente de reducción R obtenido de la tabla 12 de la NEC-SE-DS

$\phi_p = 1$: Coeficiente que dependerá de las irregularidades en planta

$\phi_e = 1$: Coeficiente que dependerá de las irregularidades en elevación

Figura 16.

Espectro de Respuesta de edificio de Oficinas



Nota. Esta gráfica corresponde al espectro de respuesta del edificio de oficinas

Tabla 16*Ta, Sa y Cs de edificio de oficinas*

Ta (Periodo Fundamental)
0,148 s
Sa (Aceleración)
0,648
Cs (Coeficiente Sísmico)
0,1053

Nota: Esta tabla presenta el periodo fundamental, la aceleración del suelo y el coeficiente sísmico del edificio de oficinas.

3.1.7 Estimación de cargas

El edificio de oficina solo cuenta con un piso por lo que solo contará con el peso del peso de propio de la losa y la carga viva de cubierta. Por lo que se tiene:

3.1.7.1 Peso de bloques alivianados

Cada bloque pesa un total de 8,00 kg y entran 10 en un metro cuadrado de losa nervada, por lo tanto:

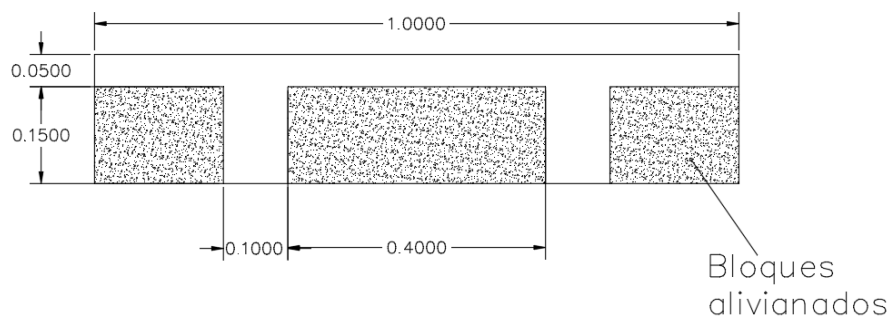
$$\text{Peso bloques} = \frac{8,00 \text{ kg} * 10}{1 \text{ m}^2} = 0,08 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

3.1.7.2 Peso de losa nervada en 2 direcciones

Debido a la geometría de la losa nervada y la densidad del hormigón se tiene una carga de $0,25 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$.

Figura 17.

Geometría de la losa



Nota. Esta figura ilustra la geometría de la losa nervada

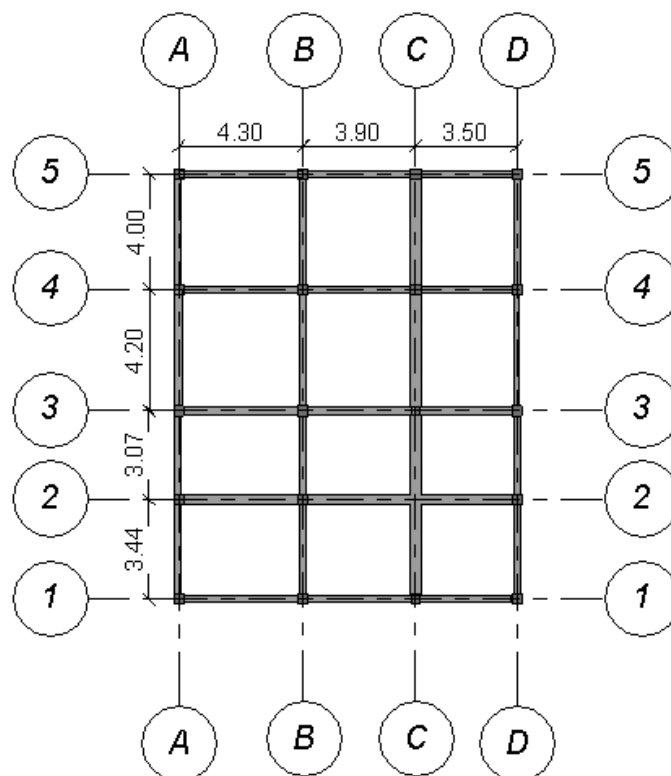
Tabla 17.*Tabla de resumen de cargas*

Carga muerta de Oficina		
Bloques alivianados (losas)	0,08	t/m ²
Peso de la losa	0,2496	t/m ²
Total	0,33	t/m²
Carga viva de Oficina		
Carga de piso	0,25	t/m ²
Cubiertas	0,07	t/m ²

Nota: Esta tabla presenta las cargas que presentarán el edificio de oficinas.

3.1.8 Dimensionamiento de Elementos Estructurales

3.1.8.1 Dimensionamiento de Vigas

Figura 18.*Implantación de ejes de edificio de oficinas*

Notas. Esta imagen ilustra los ejes del edificio de oficinas.

Para el dimensionamiento de los elementos estructurales se utilizó el método del portal, para esta memoria técnica se realizará el dimensionamiento de la viga 1 en el eje X.

$$W_{sismico} = Carga\ muerta * \text{Área losa} \quad (3 - 8)$$

Debido a que el área total de la losa es de $171,99\ m^2$, se tiene:

$$W_{sismico} = 0,33 \frac{ton}{m^2} * 171,99m^2 = 56,757\ ton$$

Por lo tanto, el cortante basal se obtendrá de manera que:

$$V_{basal} = W_{sismico} * C_s \quad (3 - 9)$$

$$V_{basal} = 56,757\ ton * 0,105 = 5,959\ ton$$

Fuerza sísmica dividida por la cantidad de pisos:

$$F_x = 5,959\ ton$$

Fuerza sísmica por piso dividida para cada pórtico del eje en cuestión:

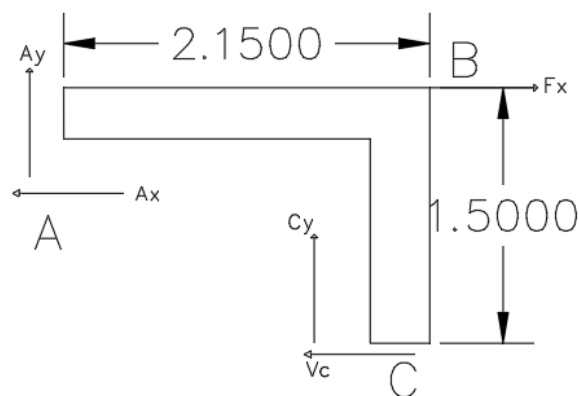
$$F = \frac{5,959\ ton}{5} = 1,19\ ton$$

Cortante que experimentará cada columna del eje correspondiente, depende de la cantidad de columnas y su tipo:

$$V_c = \frac{5,959\ ton}{6} = 0,993\ ton$$

Figura 19.

Diagrama de Cuerpo Libre – Método del Portal



Nota. Esta imagen da a conocer las fuerzas actuantes en la junta viga-columna, fuerzas utilizadas en el método del portal.

Se calculará el valor de A_y a través de sumatoria de fuerzas para la obtención del momento sísmico.

$$\sum F_x = 0 \quad (3 - 10)$$

$$F - Ax - V_c = 0$$

$$Ax = F - V_c$$

$$Ax = 0,201 \text{ ton}$$

$$\sum M_c = 0 \quad (3 - 11)$$

$$A_y * 2,15 \text{ m} + F * 1,5 \text{ m} - Ax * 1,5 \text{ m} = 0$$

$$A_y = \frac{Ax * 1,5 \text{ m} - F * 1,5 \text{ m}}{2,15 \text{ m}}$$

$$A_y = 0,695 \text{ ton}$$

$$M_{\text{sismo}} = A_y * 2,15 \text{ m} = 1,49 \text{ ton} * \text{m}$$

Debido a que el método idealiza un empotramiento perfecto entre columnas y vigas el momento máximo en las vigas será:

$$M_{\text{max}} = \frac{Q * L^2}{10} \quad (3 - 12)$$

Q : Carga muerta o viva linealmente distribuida en la viga

L : Luz libre de la viga

Para transformar las cargas en cargas lineales soportadas por la viga se deberá multiplicarlas por el ancho tributario correspondiente a la viga:

$$q_{\text{muerta}} = 0,33 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 1,71 \text{ m} = 0,566 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{viva}} = 0,07 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 1,71 \text{ m} = 0,12 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Luego se obtiene los momentos máximos:

$$M_{\text{muerta}} = \frac{0,566 \frac{\text{ton}}{\text{m}} * 4,29 \text{ m}^2}{10} = 1,042 \text{ ton} * \text{m}$$

$$M_{viva} = \frac{0,12 \frac{\text{ton}}{\text{m}} * 4,29 \text{ m}^2}{10} = 0,221 \text{ ton} * \text{m}$$

Para el cálculo del Momento de Diseño de la viga se utilizará la siguiente combinación de cargas:

$$Mu = 1.2 * M_{muerta} + M_{viva} + M_{sismo} \quad (3 - 13)$$

$$Mu = 1.2 * 1,042 \text{ ton} * \text{m} + 0,221 \text{ ton} * \text{m} + 1,49 \text{ ton} * \text{m}$$

$$Mu = 2,961 \text{ ton} * \text{m}$$

Para el correspondiente dimensionamiento de las vigas se utilizará la ecuación obtenida del ACI 3-18:

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0,145 * f'c * b}} \quad (3 - 14)$$

$f'c = 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$: Resistencia a la compresión

$b = 20 \text{ cm}$: Dimensión preliminar de la base.

$$d = \sqrt{\frac{2,961 * 1000 * 100 \text{ kg} * \text{cm}}{0,145 * 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 20 \text{ cm}}} = 20,265 \text{ cm}$$

Realizando una simplificación para obtener la altura de la viga podemos decir que la altura mínima de la viga debe ser:

$$H = d + 6 \text{ cm} = 26,265 \text{ cm}$$

Por lo que la altura seleccionada será de 30 cm.

El cálculo para el dimensionamiento de las vigas restantes se presentará en el apartado de anexos. La tabla 18 y 19 presentarán un resumen de las dimensiones de las vigas en el eje x e y respectivamente.

Tabla 18.

Tabla de Resumen Vigas en Eje X – Edificio de Oficinas

Vigas Eje X	
1	V20x30
2	V30X40
3	20x30
4	V25X40

5	V20X30
---	--------

Nota: Esta tabla evidencia las dimensiones preliminares de las vigas en el eje x.

Tabla 19.

Tabla de Resumen Vigas en Eje X – Edificio de Oficinas

Vigas Eje Y	
A	V20x30
B	V20X35
C	V25X40
D	V20X30

Nota: Esta tabla evidencia las dimensiones preliminares de las vigas en el eje y.

3.1.8.2 Dimensionamiento de Columnas

Para el dimensionamiento de columnas se utilizará la columna que presente mayor área de influencia, la cual es:

$$A_i = 14,90 \text{ m}^2$$

La carga viva puede ser reducida por:

$$K_{LL} = 4$$

Este coeficiente es obtenido de la tabla 4.7-1 del ASCE 7. Depende también de la ubicación de la columna, al ser una columna interior, toma su correspondiente valor.

Para reducir la carga viva se debe cumplir que:

$$A_i * K_{LL} > 37,14 \text{ m}^2 \quad (3 - 15)$$

$$14,90 \text{ m}^2 * 4 = 59,6 \text{ m}^2 > 37,14 \text{ m}^2$$

Por lo que se deberá reducir la carga viva impuesta en la columna, de la siguiente manera:

$$Q_{reducida} = Q_{viva} * \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} * A_i}} \right) \quad (3 - 16)$$

$$Q_{reducida} = (0,07) * \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{4 * 14,90}} \right) = 0,059 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Luego se deberá calcular la carga axial de la columna, según esto se tiene:

$$P_u = A_i * (Q_{reducida} + q_{muerta}) \quad (3 - 17)$$

$$P_u = 14,90 \text{ m}^2 * \left(0,059 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} + 0,33 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right)$$

$$Pu = 5,795 \text{ ton}$$

Según el ASCE 7-16 el área de una columna puede representarse según la relación:

$$Ac = \frac{Pu}{\alpha * f'c} \quad (3 - 18)$$

$\alpha = 0,25$: Determinado por el tipo de columna, columna interior.

$$Ac = \frac{5,795 \text{ ton}}{0,25 * 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$Ac = 96,586 \text{ cm}^2$$

Dado que las columnas serán cuadrados se puede obtener el lado mínimo que tendrá la columna:

$$\text{lado} = \sqrt{Ac} = 9,83 \text{ cm}$$

Según el ACI 318 el lado mínimo debe ser 30cm, por lo que la columna tomaría esos valores.

3.1.8.3 Dimensionamiento de Losa

Para obtener el peralte mínimo de losa se deberá utilizar la tabla 8.3.1.2 del ACI 318

Se utilizará la ecuación en donde $\alpha_{fm} > 2.0$, debido a que es el caso más crítico.:

$$h = \frac{l_n (0,8 + \frac{fy}{14000})}{36 + 9\beta} \quad (3 - 19)$$

$l_n = 4,9 \text{ m}$: La mayor luz libre en el paño de losa más crítica

β es la relación entre la mayor luz libre y la menor, obteniéndose un valor de:

$$\beta = \frac{\text{Luz mayor}}{\text{Luz menor}} \quad (3 - 20)$$

La luz menor es de 4.2 metros.

$$\beta = \frac{4,9 \text{ m}}{4,2 \text{ m}} = 1,167$$

Por lo tanto:

$$h = \frac{4,9 \text{ m} * \left(0,8 + \frac{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{14000} \right)}{36 + 9 * (1,167)} = 11,591 \text{ cm}$$

Se utilizará una altura comercial de 20 cm.

3.1.9 Modelamiento estructural

El modelamiento estructural se llevará a cabo en un programa de análisis estructural en donde se definió las propiedades de los materiales, los mismos que son:

$$f'c = 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Resistencia a la compresión del hormigón}$$

$$\delta = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{Peso específico del hormigón}$$

$$Ec = 15100 * \sqrt{240} = 233928,19 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Módulo de Elasticidad del hormigón}$$

$$fy = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo}$$

$$Ec = 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Módulo de Elasticidad del acero de refuerzo}$$

3.1.9.1 Factores de agrietamiento

Los factores de agrietamiento para vigas y columnas se presentarán en la tabla 20:

Tabla 20.

Factores de agrietamiento para vigas y columnas

Elemento Estructural
Vigas
Columnas
Inercia de Agrietamiento
0,5*Inercia inicial
0,8*Inercia inicial

Nota: Esta tabla presenta la Inercia Agrietada de los elementos estructurales utilizados para el modelamiento.

3.1.9.2 Combinaciones de carga

Las combinaciones de carga se obtuvieron de la NEC-SE-CG:

Tabla 21.

Tabla de combinación de cargas.

Combinación de Carga
$U = 1.4D$
$U = 1.2D + 1.6L$
$U = 1.2D + 1.6Lr + 1 L$
$U = 1.2D + 1W + 1L$
$U = 1.2D + 1E + 1L$
$U = 9.D + 1W$
$U = 9.D + 1E$

Nota: Esta tabla presenta las combinaciones de cargas utilizadas en el modelamiento estructural, obtenido de NEC-SE-CG

3.1.10 Revisiones Globales

3.1.10.1 Modos de vibración

La tabla 22 presentará los modos de vibración de la estructura, para lo cual se verificó el periodo fundamental obtenido a través del análisis estructural y que los primeros modos de vibración se traten de desplazamientos traslacionales, en tanto que el tercer modo de vibración sea rotacional.

Tabla 22.

Modos de Vibración

Modo de Vibración	Periodo	UX	UY	UZ	RZ
	segundos				
1	0,195	1	0	0	0
2	0,184	0	0,997	0	0,003
3	0,168	0	0,003	0	0,997
4	0,02	0	0	0	1
5	0,019	0	0	0	1
6	0,016	0	0	0	1
7	0,013	0,005	0,001	0	0,994
8	0,013	0	0	0	1
9	0,012	0	0	0	1
10	0,011	0	0	0	1
11	0,011	0	0	0	1
12	0,01	0	0	0	1

Nota: Esta tabla presenta los modos de vibración obtenidos del software de modelamiento estructural.

Debido a que el modelo tenía un valor de periodo alejado al periodo calculado a través de la normativo, se optó rigidizar la estructura redimensionando las columnas a 35 cm de lado, obteniendo un periodo de 0,195 seg, valor cercano al calculado anteriormente.

3.1.10.2 Derivas de Piso

A través de los resultados obtenidos en el análisis estructural se pueden obtener las derivas de piso producidas por la demanda sísmica en ambos ejes, resultado reflejado en la tabla 23.

Tabla 23.

Control de Derivas de edificio de oficinas

Story	Output Case	Deriva elástica en X	Deriva elástica en Y	Deriva elástica/altura de entrepiso X	Deriva elástica/altura de entrepiso Y	—
Story1	Sx Est	0,008586	0,000112	0,002862	0,000032	
Story1	Sy Est	0,008557	0,003975	0,00285233	0,0011357	

(1) *R*3/4 X	(2) *R*3/4 Y	Deriva admisible	Cumple en x	Cumple en y	—
1,72%	0,02%	2%	Cumple	Cumple	
1,71%	0,68%	2%	Cumple	Cumple	

Nota: Esta tabla ilustra la verificación de las derivas de piso del edificio, obtenida a través de la modelación estructural.

3.1.11 Diseño de Vigas

Para el ejemplo de cálculo se utilizará la viga 1 del eje x. Por medio del programa de Análisis Estructural se obtuvo las siguientes demandas:

$M_u = 4,27 \text{ ton} * m$: Demanda de momento

$P_u = 0,81 \text{ ton}$: Demanda de carga axial

3.1.11.1 Comprobación de altura

La altura será comprobada con la ecuación (3-14):

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0,145 * f'c * b}} \quad (3 - 14)$$

$$d = \sqrt{\frac{4,27 * 1000 * 100}{0,145 * 240 * 20}} = 24,76 \text{ cm}$$

Teniendo en cuenta el refuerzo transversal y longitudinal que tendrá la viga esta tendría una altura mínima de 30,76 cm por lo que se debería redimensionar la viga a 35 cm de altura.

$$h = 35 \text{ cm}$$

3.1.11.2 Comprobación de dimensiones

Estás comprobaciones están dadas por el ACI 318:

a) La luz libre no debe ser menor a 4 veces el peralte.

$d = 31 \text{ cm}$: Peralte de la viga

$Ln = 4,29 \text{ m}$: Luz libre

$$Ln > 4 * d \quad (3 - 15)$$

$$4,29 > 4 * 0,31$$

$$4,29 > 1,24$$

\therefore Sí cumple

b) El ancho debe ser al menos igual al menor de $0,3 * h$ y 250 mm

$h = 35 \text{ cm}$: Altura de la viga

$b = 20 \text{ cm}$: Luz libre

$$b > \text{menor}(0,3 * h; 250 \text{ mm}) = 10,5 \text{ cm}$$

$$20 \text{ cm} > 10,5 \text{ cm}$$

\therefore Sí cumple

c) La proyección del ancho de la viga más allá del ancho de la columna no debe exceder el $0,75 * l$

$l = 30 \text{ cm}$: Lado de la columna

$$b < l + 0,75 * l \quad (3 - 16)$$

$$20 \text{ cm} < 30 + 0,75 * 30 \text{ cm}$$

$$20 \text{ cm} < 52,5 \text{ cm}$$

∴ Sí cumple

3.1.11.3 Acero Colocado

Para el acero mínimo se tiene:

$$A_{s_{min}} = \frac{14 * b * d}{f_y} \quad (3 - 17)$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14 * 20 * 31}{4200} = 1,933 \text{ cm}^2$$

Para el acero máximo se tiene:

$$A_{s_{max}} = 0,0025 * b * h \quad (3 - 18)$$

$$A_{s_{max}} = 17,5 \text{ cm}^2$$

Para el cálculo del acero por demanda se utilizó la siguiente ecuación:

$$k = \frac{0,85 * b * d}{f_y} \quad (3 - 19)$$

$$A_s = k * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\phi * k * d * f_y}} \right) \quad (3 - 20)$$

$\phi = 0,9$: Factor de reducción por flexión

Tabla 24.

Armado de Viga Eje 1 – Edificio de Oficinas

	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Superior	2,09	0	3,61	4,27	0	2,29	2,21	0	1,01
Inferior	0	2,65	0	0	1,64	0	0	1,648	0,47
	Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)		
Superior	2,09	0,9025	3,61	4,27	1,0675	2,29	2,21	0,5525	1,01
Inferior	1,045	2,65	1,805	2,135	1,64	1,145	1,105	1,648	0,505
	As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)		
Superior	1,760	0,749	3,100	3,700	0,888	1,933	1,864	0,457	0,839
Inferior	0,869	2,247	1,515	1,799	1,373	0,953	0,919	1,380	0,417
	As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)		
Superior	2,917	2,917	3,100	3,700	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917
Inferior	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917
	Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado		
Superior	2D14	2D14	2D14+1D14	2D14+1D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14
Inferior	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Superior	3,079	3,079	3,079	4,618	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079
Inferior	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079
	Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)		
Superior	106%	106%	99%	125%	106%	106%	106%	106%	106%
Inferior	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%

Nota: Esta tabla ilustra los momentos obtenidos del software de análisis estructural, para de estar calcular el acero requerido para cada sección de la viga, además de ilustrar la cantidad de acero colocado a lo largo de la viga.

Entonces el acero colocado es:

$$A_{s\text{colocado}} = 3,079 \text{ cm}^2$$

Cuantía colocada:

$$\rho = \frac{A_{s\text{colocado}}}{A_g} = \frac{3,079}{35 * 20} = 0,004$$

3.1.11.4 Longitud de Desarrollo, Anclaje y Empalme

3.1.11.4.1 Longitud de Desarrollo

$$l_d = \frac{f_y}{14 * \sqrt{f'_c}} * \phi_{\text{longitudinal}} \quad (3 - 21)$$

$$\begin{aligned}\phi_{longitudinal} &= 14mm \\ ld &= \frac{420 MPa}{14 * \sqrt{24 MPa}} * 14 mm = 84,899 cm\end{aligned}$$

3.1.11.4.2 Longitud de Anclaje

$$\begin{aligned}l_{ext} &= 12 * \phi_{longitudinal} & (3 - 22) \\ l_{ext} &= 12 * 14 mm = 16,8 cm\end{aligned}$$

$$ldh = \frac{fy}{5,4 * \sqrt{f'c}} * \phi_{longitudinal} \quad (3 - 23)$$

$$ldh = \frac{420 MPa}{5,4 * \sqrt{24 MPa}} * 14 mm = 22,011 cm$$

3.1.11.4.3 Longitud de empalme

$$\begin{aligned}l_{empalme} &= 1,3 * ld & (3 - 24) \\ l_{empalme} &= 1,3 * 84,899 cm = 1,104 m\end{aligned}$$

3.1.11.5 Diseño por cortante

El cortante estará definido por los momentos probables que generará el acero colocado de tal manera que:

$$\begin{aligned}As_1 &= 4,618 cm^2 \\ a_1 &= \frac{As_1 * 1,25 * fy}{0,85 * f'c * b} & (3 - 25) \\ a_1 &= \frac{4,618 * 1,25 * 4200}{0,85 * 240 * 20} = 5,942 cm\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}As_2 &= 3,079 cm^2 \\ a_2 &= \frac{As_2 * 1,25 * fy}{0,85 * f'c * b} & (3 - 25) \\ a_2 &= \frac{3,079 * 1,25 * 4200}{0,85 * 240 * 20} = 3,962 cm\end{aligned}$$

$$M_{pr1} = A_{s1} * 1,25 * f_y * \left(d - \frac{a_1}{2}\right) \quad (3 - 26)$$

$$M_{pr1} = 4,618 * 1,25 * 4200 * \left(31 - \frac{5,942}{2}\right) = 6,311 \text{ ton} * m$$

$$M_{pr2} = A_{s2} * 1,25 * f_y * \left(d - \frac{a_2}{2}\right) \quad (3 - 26)$$

$$M_{pr2} = 3,079 * 1,25 * 4200 * \left(31 - \frac{3,962}{2}\right) = 4,368 \text{ ton} * m$$

$$V_{probable} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n} \quad (3 - 27)$$

$$V_{probable} = \frac{6,311 + 4,368}{4,29} = 2,489 \text{ ton}$$

La demanda por cortante obtenido del programa de análisis estructural es:

$$V_{gr} = 5 \text{ ton}$$

Por lo tanto, la demanda por cortante es:

$$V_u = V_{probable} + V_{gr} \quad (3 - 28)$$

$$V_u = 2,849 \text{ ton} + 5 \text{ ton} = 7,849 \text{ ton}$$

Se debe revisar la siguiente condición para encontrar el valor de V_c :

$$\text{Si } V_{probable} > 0,5 * V_u \text{ entonces } V_c = 0, \text{ si no } V_c = 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{probable} > 0,5 * V_u$$

$$2,489 \text{ ton} > 0,5 * 7,849 \text{ ton}$$

\therefore Se calcula V_c

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d \quad (3 - 29)$$

$$V_c = 0,53 * \sqrt{240} * 20 * 31 = 4,762 \text{ ton}$$

Se obtiene entonces la demanda que deberá soportar el acero transversal:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (3 - 30)$$

$\phi = 0,75$: Factor de reducción para demanda de cortante

$$V_s = \frac{7,849}{0,75} - 4,762 = 5,223 \text{ ton}$$

Se calculará entonces la separación requerida para los estribos con la ecuación:

$$s = \frac{A_v * f_y * d}{V_s} \quad (3 - 31)$$

Se definirán estribos de 10mm para el refuerzo a cortante, por lo que se tiene:

$$A_{estribo} = 0,785 \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 * 0,785 = 1,571 \text{ cm}^2 \text{ debido a que son 2 ramales}$$

Entonces la separación resulta:

$$s = \frac{1,571 * 4200 * 31}{5,223} = 36,629 \text{ cm}$$

A pesar de obtener la separación por demanda se deberá tener en cuenta las separaciones mínimas determinadas por la normativa ACI 3-18, estas separaciones se determinan a lo largo de 2 veces la altura de la viga.

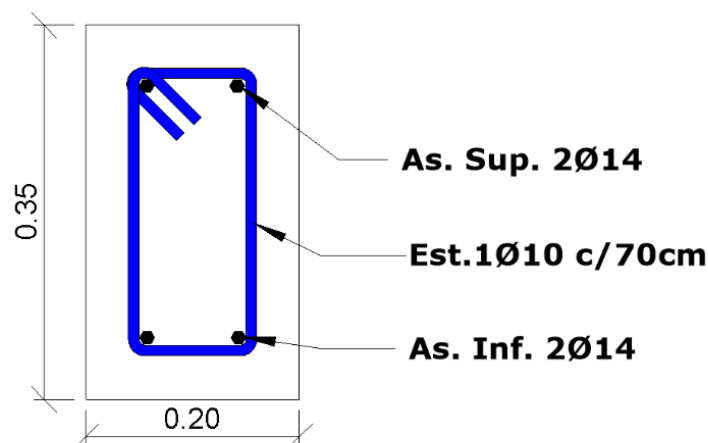
$$s_{normativa} = \text{mínimo} \left(\frac{d}{4}; 6 * \phi_{longitudinal}; 200 \text{ mm} \right)$$

$$s_{normativa} = \text{mínimo} \left(\frac{31 \text{ mm}}{4}; 6 * 14 \text{ mm}; 200 \text{ mm} \right) = 7,25 \text{ cm}$$

Entonces la separación elegida a lo largo de 2h de la viga será de 7,25 cm. Para el resto de la viga se podrá colocar el doble de la separación calculada con anterioridad, por esto se tendrá una separación de 14 cm

Figura 20.

Detalle de viga de eje 1 – Edificio de oficinas



Nota. Ilustración del detalle de la viga del eje 1 perteneciente al edificio de oficinas

El resto de los cálculos realizados para el diseño de vigas se encuentra en el apartado de Anexos.

3.1.12 Diseño de columnas

Las columnas del edificio de oficinas tienen los mismos materiales que las vigas por lo tanto comparten esta característica.

Datos

$b = 35 \text{ cm}$	Base de la columna
$h = 35 \text{ cm}$	Altura de la columna
$d = 4 \text{ cm}$	Recubrimiento
$\phi_{longitudinal} = 18 \text{ mm}$	Varilla longitudinal
$\phi_{estribos} = 12 \text{ cm}$	Varilla de estribo
$n_{varilas} = 8$	Número de varillas
$A_s = n_{varilas} * A_{varilla} = 20,358 \text{ cm}^2$	Acero colocado
$A_{st} = 1,131 \text{ cm}^2$	Acero transversal colocado
$d = h - r - \phi_{estribos} - \frac{\phi_{longitudinal}}{2} = 28,9 \text{ cm}$	Peralte

3.1.12.1 Comprobación de Secciones

La normativa ACI 318 determina las siguientes comprobaciones para las dimensiones de las columnas:

- a) La mínima dimensión transversal de una columna debe ser 30 cm

$$b > 30 \text{ cm}$$

$$35 \text{ cm} > 30 \text{ cm}$$

\therefore Sí cumple

$$h > 30 \text{ cm}$$

$$35 \text{ cm} > 30 \text{ cm}$$

∴ Sí cumple

b) La relación entre la relación menor y mayor no debe ser menor a 0,4

$$\frac{b}{h} > 0,4$$

$$\frac{35 \text{ cm}}{35 \text{ cm}} > 0,4$$

$$1 > 0,4$$

La normativa NEC permite que la cuantía de columnas este entre el 1% y el 3% para asegurar la ductilidad de estas, por lo que se realizará la respectiva comprobación:

$$\rho = \frac{A_s}{A_g}$$

$$\rho = \frac{20,358 \text{ cm}^2}{35 \text{ cm} * 35 \text{ cm}} = 0,017 = 1,7\%$$

∴ Sí cumple

3.1.12.2 Comprobación de Diagramas de interacción

Tabla 25.

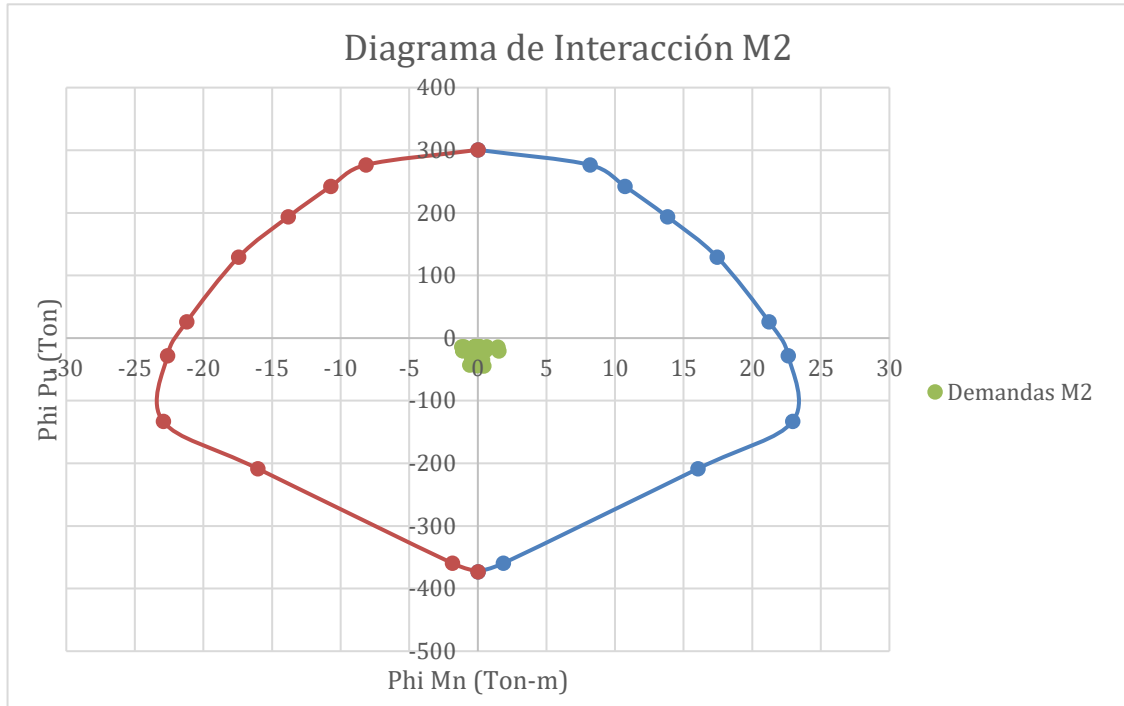
Demanda de Columna más crítica

Combinación	Lugar	P	M2	M3
	m	ton	ton-m	ton-m
1.4D	0	-22,2877	0,2127	-0,2889
1.4D	1,5	-21,9097	-0,0425	0,0721
1.4D	3	-21,5317	-0,2976	0,4331
1.2D+1.6L	0	-44,5755	0,4254	-0,5778
1.2D+1.6L	1,5	-43,8195	-0,085	0,1442
1.2D+1.6L	3	-43,0635	-0,5953	0,8662
1.2D+1L	0	-35,0236	0,3342	-0,454
1.2D+1L	1,5	-34,4296	-0,0667	0,1133
1.2D+1L	3	-33,8356	-0,4677	0,6806
1.2D+Ey+L	0	-20,6499	1,5152	-0,2778
1.2D+Ey+L	1,5	-20,3259	0,2012	0,0663
1.2D+Ey+L	3	-20,0019	-1,1129	0,4104

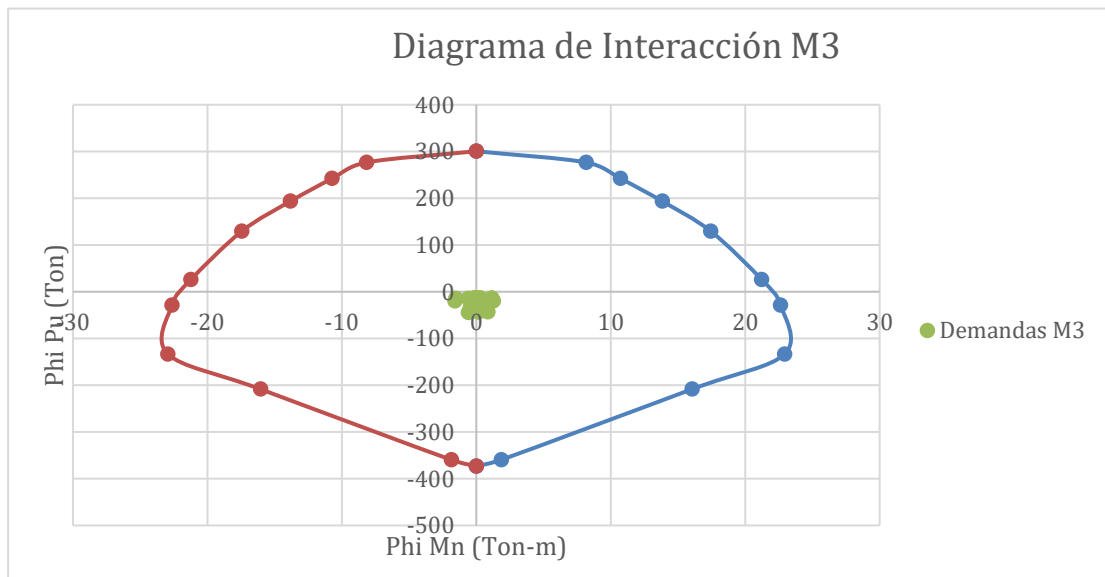
1.2D-Ex+L	0	-20,1506	0,1963	-1,5891
1.2D-Ex+L	1,5	-19,8266	-0,0399	-0,1637
1.2D-Ex+L	3	-19,5026	-0,2761	1,2617
1.2D+Ex+L	0	-20,7837	0,198	1,0622
1.2D+Ex+L	1,5	-20,4597	-0,0391	0,2957
1.2D+Ex+L	3	-20,1357	-0,2763	-0,4708
1.2D-Sy-L	0	-20,2844	-1,1209	-0,2491
1.2D-Sy-L	1,5	-19,9604	-0,2802	0,0657
1.2D-Sy-L	3	-19,6364	0,5605	0,3805
0.9D	0	-14,3278	0,1367	-0,1857
0.9D	1,5	-14,0848	-0,0273	0,0463
0.9D	3	-13,8418	-0,1913	0,2784
0.9D+Sx	0	-14,6444	0,1376	1,1399
0.9D+Sx	1,5	-14,4014	-0,0269	0,2761
0.9D+Sx	3	-14,1584	-0,1914	-0,5878
0.9D-Sx	0	-14,0113	0,1359	-1,5114
0.9D-Sx	1,5	-13,7683	-0,0277	-0,1834
0.9D-Sx	3	-13,5253	-0,1912	1,1446
0.9D+Sy	0	-14,5106	1,4548	-0,2001
0.9D+Sy	1,5	-14,2676	0,2134	0,0466
0.9D+Sy	3	-14,0246	-1,028	0,2934
0.9D-Sy	0	-14,1451	-1,1813	-0,1714
0.9D-Sy	1,5	-13,9021	-0,268	0,046
0.9D-Sy	3	-13,6591	0,6453	0,2635

Nota: Esta tabla ilustra las demandas de momentos en ambos ejes y la fuerza axial producida en la columna más crítica del edificio de oficinas

A través del uso del programa de análisis estructural se obtendrá los diagramas de interacción correspondientes a la columna para ambos ejes, estos se pueden observar en la figura 21 y 22.

Figura 21.*Diagrama de Interacción en el eje 2*

Nota. Gráfica del Diagrama de Interacción del eje 2 perteneciente a la columna más crítica del edificio de oficinas.

Figura 22.*Diagrama de Interacción en el eje 3*

Nota. Gráfica del Diagrama de Interacción del eje 3 perteneciente a la columna más crítica del edificio de oficinas

Debido a que las demandas se encuentran dentro del diagrama de interacción la columna cumple con esta comprobación.

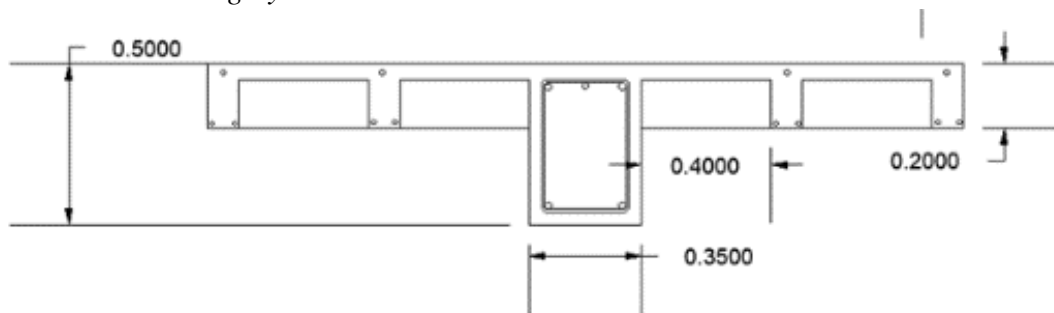
3.1.12.3 Comprobación de Criterio Columna Fuerte-Viga Débil

Para esta comprobación se tomarán los momentos nominales de la viga 2 en el eje X.

Debido a que las vigas se encuentran empotradas a las columnas se tomará una longitud de desarrollo de 1 metro para el aporte a la viga, por lo que se cuenta con la siguiente geometría:

Figura 23.

Geometría de unión Viga y losa



Nota. Gráfica que ilustra la unión viga-losa para la comprobación viga débil-columna fuerte

3.1.12.3.1 Momentos Nominales en la viga

$h_{viga} = 50 \text{ cm}$ Altura de la viga

$b_{viga} = 35 \text{ cm}$ Base de la viga

$\phi_{longitudinal} = 20 \text{ mm}$ Diámetro de varilla longitudinal

$\phi_{refuerzo} = 20 \text{ mm}$ Diámetro de varilla de refuerzo longitudinal

$\phi_{losa} = 16 \text{ mm}$ Diámetro de varilla longitudinal en losa

Dado que hay 2 varillas longitudinales, 1 de refuerzo y 4 varillas longitudinales de losa, debido a que solo se cuentan los aceros de la loseta de compresión, se tiene el siguiente Acero en la parte superior de la viga:

$$A_{s_{top}} = 16,87 \text{ cm}^2$$

En tanto que existen únicamente 2 varillas longitudinales para el acero en la parte de debajo de la viga, se tiene:

$$A_{s_{bot}} = 6,283 \text{ cm}^2$$

Con estos datos se pueden calcular los momentos nominales, de manera que:

$$a1 = \frac{A_{s_{top}} * 1,25 * fy}{0,85 * f'c * b} \quad (3 - 25)$$

$$a1 = \frac{16,87 * 1,25 * 4200}{0,85 * 240 * 35} = 12,405 \text{ cm}$$

$$a2 = \frac{A_{s_{bot}} * 1,25 * fy}{0,85 * f'c * b} \quad (3 - 25)$$

$$a2 = \frac{6,283 * 1,25 * 4200}{0,85 * 240 * 35} = 4,62 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} = A_{s_{top}} * 1,25 * fy * \left(d - \frac{a1}{2} \right) \quad (3 - 26)$$

$$M_{pr1} = 16,87 * 1,25 * 4200 * \left(44 - \frac{12,405}{2} \right) = 20,103 \text{ ton} * m$$

$$M_{pr2} = A_{s_{bot}} * 1,25 * fy * \left(d - \frac{a2}{2} \right) \quad (3 - 26)$$

$$M_{pr2} = 6,283 * 1,25 * 4200 * \left(44 - \frac{4,62}{2} \right) = 8,771 \text{ ton} * m$$

$$M_{nb} = M_{pr1} + M_{pr2} = \mathbf{28,784 \text{ ton} * m}$$

3.1.12.3.2 Momentos nominales de la columna

Los momentos nominales de la columna se obtienen gracias al diagrama de interacción:

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

$$M_{n2} = \mathbf{20,5 \text{ ton} * m}$$

$$M_{nc} = M_{n1} + M_{n2} = \mathbf{21 + 20,5 = 41,5 \text{ ton} * m}$$

3.1.12.3 Comprobación de Criterio

Para que se cumpla este criterio se debe cumplir lo siguiente:

$$M_{nc} \geq 1.2 * M_{nb} \quad (3 - 32)$$

$$41,5 \text{ ton} * m \geq 1.2 * 28,784 \text{ ton} * m$$

$$41,5 \text{ ton} * m \geq 34,5408 \text{ ton} * m$$

\therefore Sí cumple

3.1.12.6 Diseño de Acero Transversal

Para el diseño del acero transversal de deberá calcular la longitud de confinamiento, lugar dónde estará la menor separación a lo largo de la columna:

$$L_o = \max\left(h, ; \frac{L}{6}; 450 \text{ mm}\right)$$

$$L_o = \max\left(35 \text{ cm}, ; \frac{4,30 \text{ m}}{6}; 450 \text{ mm}\right) = 71,667 \text{ cm}$$

$$\text{Entonces } L_o = 75 \text{ cm}$$

Las separaciones mínimas establecidas por el ACI 318 a lo largo de longitud de confinamiento son:

$$s_1 = \text{mínimo}(100 \text{ mm}; 6 * \phi_{longitudinal})$$

$$s_1 = \text{mínimo}(100 \text{ mm}; 6 * 18 \text{ mm}) = 10 \text{ cm}$$

Las separaciones fuera de la zona de confinamiento pueden ser:

$$s_2 = \text{mínimo}(150 \text{ mm}; 6 * \phi_{longitudinal})$$

$$s_2 = \text{mínimo}(150 \text{ mm}; 6 * 18 \text{ mm}) = 10 \text{ cm}$$

3.1.12.7 Confinamiento

El ACI 318 determina 2 ecuaciones para la comprobación de confinamiento en la columna:

$$A_{sh1} = 0,3 * \frac{s_1 * b_c * f'_c}{f_y} * \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] \quad (3 - 33)$$

Dónde

$b_c = b - 2r = 35 - 2 * 4 = 27 \text{ cm}$: Dimensión de la base del área que rodea el estribo.

$Ach = (b - 2 * r) * (h - 2 * r) = 0,073 \text{ cm}^2$: Área que rodea el estribo

Se tiene entonces:

$$A_{sh1} = 0,3 * \frac{10 * 27 * 240}{4200} * \left[\frac{35 * 35}{729} - 1 \right] = 3,149 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh2} = 0,09 * \frac{s_1 * b_c * f'c}{fy} \quad (3 - 34)$$

$$A_{sh2} = 0,09 * \frac{10 * 27 * 240}{4200} = 1,389 \text{ cm}^2$$

Debido a que se colocó un estribo y una vincha se tiene un total de 3 ramales, entonces:

$$Av = 3,39 \text{ cm}^2$$

La comprobación para el confinamiento corresponde a:

$$Av \geq \max (A_{sh1}; A_{sh2}) = 3,149 \text{ cm}^2$$

$$3,39 \text{ cm}^2 \geq 3,149 \text{ cm}^2$$

\therefore Sí cumple

3.1.12.8 Diseño por Cortante

Para este diseño se necesitará el momento nominal de la columna obtenido del Diagrama de

Interacción y de la carga axial de la combinación crítica:

$$Pu = 44,58 \text{ ton}$$

$$Mn = 21 \text{ ton} * m$$

Los momentos probables serán calculados de la siguiente manera:

$$Mpr_1 = Mpr_2 = 1,25 * 21 \text{ ton} * m = 26,25 \text{ ton} * m$$

Entonces el cortante de demanda será:

$$Ve = \frac{Mpr_1 + Mpr_2}{L} \quad (3 - 27)$$

$$Ve = 12,21 \text{ ton}$$

Se deberá comprobar que se cuenta con el aporte del concreto para la resistencia al cortante, de la siguiente manera:

$$\text{Si } Pu \geq Ag * \frac{f'c}{20} \text{ existe aporte del concreto.}$$

$$44,58 \geq 1,28$$

\therefore Existe aporte del concreto

$$Vc = 0,53 * \left(1 + \frac{Pu}{140 * Ag}\right) * \sqrt{f'c} \quad (3 - 35)$$

$$Vc = 0,53 * \left(1 + \frac{44,58}{140 * 35 * 35}\right) * \sqrt{240} = 10,464 \text{ ton}$$

Entonces el cortante que debe soportar el acero es:

$$Vs = \frac{Ve}{\phi} - Vc \quad (3 - 30)$$

$$Vs = \frac{12,21}{0,75} - 10,464 = 5,82 \text{ ton}$$

Por lo tanto, la separación por demanda será:

$$s = \frac{Av * fy * d}{Vs} \quad (3 - 31)$$

$$s = 94.42 \text{ cm}$$

Por lo que la separación elegida por confinamiento si cumplirá con la demanda

3.1.12.9 Longitud de Desarrollo, Anclaje y Empalme

3.1.12.9.1 Longitud de Desarrollo

$$ld = \frac{fy}{14 * \sqrt{f'c}} * \phi_{longitudinal} \quad (3 - 21)$$

$$\phi_{longitudinal} = 18\text{mm}$$

$$ld = \frac{420 \text{ MPa}}{14 * \sqrt{24 \text{ MPa}}} * 18 \text{ mm} = 1,10 \text{ m}$$

3.1.12.9.2 Longitud de Anclaje

$$l_{ext} = 12 * \phi_{lomagtudinal} \quad (3 - 22)$$

$$l_{ext} = 12 * 18 \text{ mm} = 21,6 \text{ cm}$$

$$l_{dh} = \frac{f_y}{5,4 * \sqrt{f'c}} * \phi_{lomagtudinal} \quad (3 - 23)$$

$$l_{dh} = \frac{420 \text{ MPa}}{5,4 * \sqrt{24 \text{ MPa}}} * 18 \text{ mm} = 28,3 \text{ cm}$$

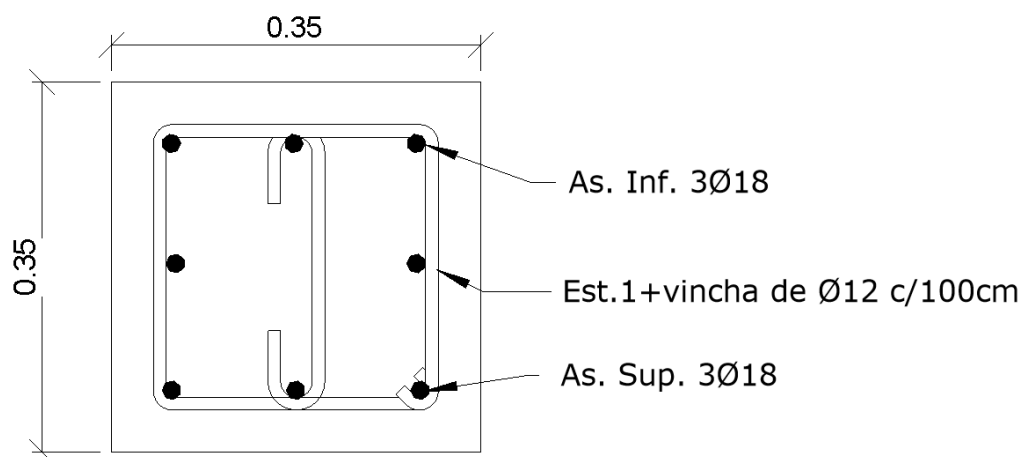
3.1.12.9.3 Longitud de empalme

$$l_{empalme} = 1,3 * l_d \quad (3 - 24)$$

$$l_{empalme} = 1,3 * 1,10 \text{ m} = 1,42 \text{ m}$$

Figura 24.

Detalle de Columnas – Edificio de Oficinas y taller



Nota. Ilustración que demuestra el armado de las columnas del edificio de oficinas y taller.

3.1.13 Diseño de Muro de Contención

Se diseñará un muro de contención de tal manera que resista las fuerzas de empuje del talud que se generará entre el edificio de oficinas y la nave industrial, de esta manera se escogieron las siguientes dimensiones para el muro:

Tabla 26.

Datos del muro de Contención

Dimensiones del Muro de Contención	
Altura total	4m
Corona	0,35 m
Desplante	1 m
Base total	3,15 m
Altura de pantalla	3,6 m
Altura de talón	0,4 m
Sobrecarga	0,95 ton/m ²
Resistencia a la compresión (f'c)	240 kg/cm ²

Nota: Esta tabla ilustra las dimensiones que tendrá el muro de contención.

3.1.13.1 Diseño por volteo

Para el diseño por volteo se debe tener en cuenta el tipo de terreno que aplicará el empuje sobre el muro de contención, como la mayor parte de este será terreno de relleno, se utilizarán los siguientes datos:

$$\delta_{relleno} = 19 \frac{kN}{m^3}: \text{ Peso específico del terreno}$$

$$C = 0: \text{ Cohesión}$$

$$\phi_{relleno} = 32^\circ: \text{ Ángulo de fricción}$$

Luego, se debe verificar el factor de seguridad por volteo, de manera que:

$$F_s = \frac{\sum Mr}{\sum Mo} \quad (3 - 32)$$

Mr : Momento de las fuerzas que resisten el volteo

Mo : Momento de las fuerzas que vuelcan el muro

Se idealiza que se cumple con la condición de Rankine, es decir que el muro se alejará del relleno.

3.1.13.1.1 Momentos de Volcamiento

Las fuerzas que vuelcan al muro están producidas por la fuerza de empuje del terreno y las columnas de la nave industrial que descansarán sobre la punta del muro de contención, de manera que:

$$K_a = \cos(\beta) * \frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}} \quad (3 - 33)$$

$$K_a = 0,307$$

K_a : Coeficiente de Fuerza Pasiva

$\beta = 0$: Ángulo de inclinación entre el relleno y la horizontal

$$K_a = \cos(0) * \frac{\cos(0) - \sqrt{\cos(0)^2 - \cos(32)^2}}{\cos(0) + \sqrt{\cos(0)^2 - \cos(32)^2}} = 0,307$$

De manera que la fuerza pasiva resulta de:

$$P_a = \frac{\delta_{relleno} * H^2 * K_a * \cos(\beta)}{2} \quad (3 - 34)$$

$$P_a = \frac{19 * 4^2 * 0,307 * \cos(0)}{2} = 46,703 \frac{kN}{m}$$

Los momentos generados por las columnas se calculan de la siguiente manera:

$P_u = 10 \text{ Ton}$: Demanda máxima de columna

$r = 22,5 \text{ cm}$: Brazo de momento desde la punta del muro

$$MP_u = P_u * r = 22,065 \frac{kN * m}{m}$$

Debido a que la fuerza pasiva de empuje está ubicada a un tercio de la altura del muro se tiene que el total de momentos de volcamiento es:

$$\sum M_o = Pa * \left(\frac{H}{3}\right) + MPu \quad (3 - 35)$$

$$\sum M_o = 46,703 * \left(\frac{4}{3}\right) + 22,065 = 84,33 \frac{kN * m}{m}$$

3.1.13.1.2 Momentos Resistentes

Debido a que el suelo de relleno se encuentra sometido a una sobrecarga que es la carga de piso del edificio de oficinas, se deberá calcular la altura media de este para encontrar el momento resistente que esta aporta:

$$q_s = 0,93 \frac{ton}{m^2}$$

$$hm = \frac{q_s}{\delta_{relleno}} \quad (3 - 36)$$

$$hm = 0,48 m$$

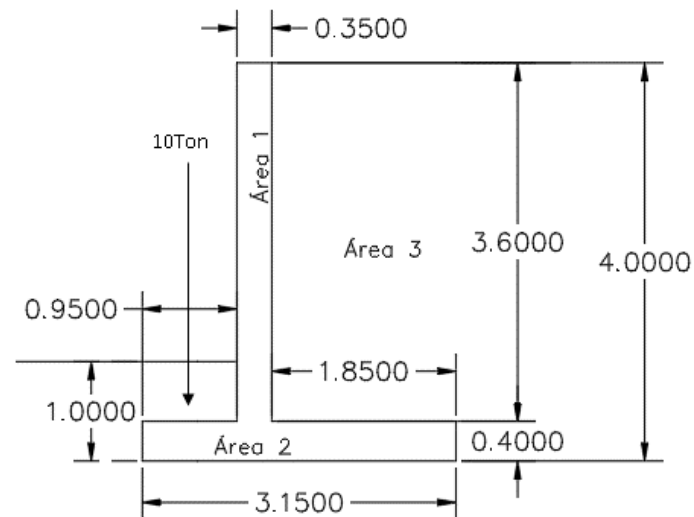
Se tiene entonces la tabla 27 con todas las fuerzas resistentes y su brazo de momento.

Tabla 27

Fuerzas Verticales en el Muro

Sección	Área (m ²)	Peso por Longitud Unitaria del Muro (kN/m)	Brazo de momento	Momento con respecto a C (kN*m/m)
1	1,26	29,6478	1,125	33,353775
2	1,26	29,6478	1,575	46,695285
3	6,66	119,88	2,225	266,733
4	0,888	15,984	2,225	35,5644
	Fv	195,1596	Mr	382,34646

Nota: Esta tabla ilustra las fuerzas verticales producidas por las áreas de hormigón del muro y el suelo de relleno encima de este.

Figura 25.*Áreas del muro de contención*

Nota. La imagen demuestra las áreas que aportan a la resistencia al volcamiento del muro.

Entonces:

$$\sum M_o = 382,35 \frac{kN * m}{m}$$

3.1.13.1.3 Cálculo de Factor de Seguridad

$$F_s = \frac{\sum Mr}{\sum M_o} \quad (3 - 32)$$

$$F_s = \frac{382,35}{84,33} = 4,543$$

Según la NEC el valor del factor de seguridad por volcamiento para muros debe ser mayor o igual a 3 por lo que el muro sería satisfactorio.

3.1.13.2 Diseño por deslizamiento

Para el diseño por deslizamiento se debe tener en cuenta las características del suelo que se encuentra por debajo de la zapata del muro, debido a que se definió como una arenisco, estas características son:

$$\begin{aligned}\delta_{roca} &= 15 \frac{kN}{m^3}: && \text{Peso específico de la roca} \\ C &= 0: && \text{Cohesión} \\ \phi_{roca} &= 35^\circ: && \text{Ángulo de fricción}\end{aligned}$$

El factor de seguridad por deslizamiento se obtiene de la siguiente ecuación:

$$F_S = \frac{\sum Fv * \tan(\delta') + B * c' + Pp}{Pa} \quad (3 - 37)$$

$Fv = 195,96 \text{ kN}$: Son las fuerzas verticales resistentes en el muro

$$\delta' = k_1 * \phi_{roca} \quad (3 - 38)$$

$$c' = k_2 * c_2 \quad (3 - 39)$$

Los valores de k_1 y k_2 están entre:

$$\frac{1}{3} < k_1 < \frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{3} < k_2 < \frac{2}{3}$$

$$k_1 = \frac{2}{3} \text{ caso más crítico}$$

$$k_2 = \frac{2}{3} \text{ caso más crítico}$$

Entonces:

$$\delta' = \frac{2}{3} * 35^\circ = 23,33^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

Se tiene también que:

$$Pp = \frac{1}{2} * Kp * \delta_{roca} * D^2 + 2 * c' * \sqrt{Kp} * D \quad (3 - 40)$$

Dónde:

$$Kp = \tan\left(45^\circ + \frac{\phi_{roca}}{2}\right) \quad (3 - 41)$$

$$Kp = \tan\left(45^\circ + \frac{35^\circ}{2}\right) = 1,921$$

$$Pp = \frac{1}{2} * 1,921 * 15 * 1^2 = 1,47 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Se tiene entonces que las fuerzas resistentes se obtienen de:

$$Fr = 195,69 * \tan(23,33^\circ) + 1,47 \frac{\text{ton}}{\text{m}} * 1\text{m} = 10,22 \text{ ton}$$

En tanto que la única fuerza deslizando es la pasiva:

$$Pa = 4,762 \text{ ton}$$

Por lo que el factor de seguridad resultó de:

$$Fs = \frac{10,22 \text{ ton}}{4,762 \text{ ton}} \quad (3 - 37)$$

$$Fs = 2,146$$

La NEC indica que el factor de seguridad en deslizamiento de muros de contención debe ser mayor 1,6 por lo que el muro sería satisfactorio en cuanto a deslizamiento.

3.1.13.3 Diseño de armado del muro de contención

3.1.13.3.1 Acero para cara trasera del muro

Para el cálculo del acero requerido en la cara trasera del muro se deberá hallar el momento último en este, a través de la ecuación (3-38):

$$M_u = 1,6 * \left(\frac{Ka * \delta_{relleno} * h_{pantalla}}{2} * \left(\frac{h_{pantalla}}{3} + hs \right) \right) \quad (3 - 38)$$

$$M_u = 101,69 \text{ kN} * \text{m}$$

Se calculará el peralte de la pantalla a través de la ecuación (3-14):

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0,145 * f'c * b}} \quad (3 - 14)$$

$$d = 29,19 \text{ cm}$$

Para el acero requerido se utilizará la ecuación (3-26), en donde se tabulará un valor de a_1 , hasta que coincida con el obtenido con la ecuación (3-25):

$$a_1 = 2,004 \text{ cm (tabulado)}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - \frac{a_1}{2})} \quad (3 - 26)$$

$$A_s = 9,736 \text{ cm}^2$$

$$a_{real} = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f'_c * b} \quad (3 - 25)$$

$$a_{real} = 2,004 \text{ cm}$$

Entonces para el acero colocado será:

$$\phi = 16 \text{ mm}$$

$$A_{varilla} = 2,011 \text{ cm}^2$$

$$n_{varillas} = \frac{A_s}{A_{varilla}} \quad (3 - 39)$$

$$n_{varillas} = 4,842$$

Se usarán 5 varillas de 16 mm, la separación de estas se calculará a través de la ecuación (3-40):

$$s = \frac{100 \text{ cm} - r - \phi}{n_{varillas} - 1} \quad (3 - 40)$$

$$s = 23,6 \text{ cm}$$

Se colocarán entonces varillas de 16 mm cada 20 cm.

3.1.13.3.2 Acero para cara posterior del muro

El acero colocado en la cara dependerá de la cuantía mínima de este:

$$\rho_{min} = 0,15 \%$$

Así el acero mínimo que se deberá colocar se calcula con la ecuación (3-41):

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d \quad (3 - 41)$$

$$A_{s_{min}} = 4,377 \text{ cm}^2$$

Entonces para el acero se colocarán varillas tales que:

$$\phi = 12 \text{ mm}$$

$$A_{varilla} = 1,131 \text{ cm}^2$$

$$n_{varillas} = \frac{A_{s_{min}}}{A_{varilla}} \quad (3 - 39)$$

$$n_{varillas} = 3,87$$

Se usarán entonces 4 varillas de 12 mm, cuya separación dependerá de la ecuación (3-40):

$$s = \frac{100 \text{ cm} - r - \phi}{n_{\text{varillas}} - 1} \quad (3 - 40)$$

$$s = 32,984 \text{ cm}$$

Se colocarán varillas de 12 mm cada 30 cm.

3.1.13.3 Acero horizontal para pantalla

Para el refuerzo horizontal de la pantalla se utilizará otra cuantía mínima que corresponde a la cuantía mínima para refuerzo:

$$\rho_{\min} = 0,2 \%$$

Se tiene entonces que el acero horizontal a colocar será:

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d \quad (3 - 41)$$

$$A_{st} = 5,836 \text{ cm}^2$$

Para el acero en la cara exterior se colocará las dos terceras partes del acero requerido, de manera que:

$$A_{she} = \frac{2}{3} * A_{st} \quad (3 - 42)$$

$$A_{she} = 3,89 \text{ cm}^2$$

Se usarán entonces varillas tales que:

$$\phi = 12 \text{ mm}$$

$$A_{\text{varilla}} = 1,131 \text{ cm}^2$$

$$n_{\text{varillas}} = \frac{A_{s_{\min}}}{A_{\text{varilla}}} \quad (3 - 39)$$

$$n_{\text{varillas}} = 3,44$$

De igual manera la separación estará determinada por la ecuación (3-40):

$$s = \frac{100 \text{ cm} - r - \phi}{n_{\text{varillas}} - 1} \quad (3 - 40)$$

$$s = 31,984 \text{ cm}$$

Se colocarán entonces varillas de 12 mm cada 30 cm.

En tanto que en la cara interior del muro se colocará la tercera parte del acero requerido:

$$A_{shi} = \frac{1}{3} * A_{st} \quad (3 - 43)$$

$$A_{shi} = 1,945 \text{ cm}^2$$

Se usarán entonces varillas tales que:

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

$$A_{\text{varilla}} = 0,785 \text{ cm}^2$$

$$n_{\text{varillas}} = \frac{A_{s_{\text{min}}}}{A_{\text{varilla}}} \quad (3 - 39)$$

$$n_{\text{varillas}} = 3,44$$

La separación se calculará con (3-40):

$$s = \frac{100 \text{ cm} - r - \phi}{n_{\text{varillas}} - 1} \quad (3 - 40)$$

$$s = 47,5 \text{ cm}$$

Entonces se colocarán varillas de 10 mm cada 45 cm.

3.1.13.3.3 Acero en la zapata

Para el cálculo del acero en la zapata se deberá tener en cuenta los esfuerzos que esta soporta para calcular el momento de diseño de estas, las fuerzas verticales se tomarán de la tabla 27, se calculará las fuerzas horizontales en el muro de manera que:

$$E_{\text{asc}} = Ka\delta_{\text{relleno}} * h_{\text{pantalla}} * h_s * H \quad (3 - 44)$$

$$E_{\text{asc}} = 1,143 \text{ ton}$$

Esta fuerza representa el empuje lateral por sobrecarga, en tanto que la fuerza Pa es el empuje lateral generada por el suelo de relleno:

$$Ea = Pa$$

$$Ea = 4,762 \text{ ton}$$

Tabla 28

Fuerzas laterales en el muro

Caso	Fuerza (ton)	Brazo (m)	Momento (ton-m)
Eas/c	1,143	2	2,286
Ea	4,762	1,33	6,349
ΣFh	5,905	Mh	8,635

Nota: Esta tabla ilustra los empujes laterales que sufre el muro por el relleno y la carga sobrepuesta.

Para el cálculo de la distancia en dónde se ubica la fuerza resultante total se utilizará la ecuación (3-45):

$$x = \frac{Mv - Mh}{Fv} \quad (3 - 45)$$

$$x = 1,496 \text{ m}$$

A través de esta distancia se puede calcular la excentricidad presente en la zapata del muro:

$$e = \frac{b_{zapata}}{2} - x \quad (3 - 46)$$

$$e = 7,86 \text{ cm}$$

La excentricidad debe cumplir con un límite:

$$e \leq \frac{b_{zapata}}{6} \quad (3 - 47)$$

$$7,86 \leq 52,5$$

\therefore Sí Cumple

Conociendo estos valores se calcularán las presiones actuantes a lo largo de la zapata, debido a que las presiones tienen una distribución trapezoidal se tiene una mínima y máxima:

$$q_{min} = \frac{Fv}{b_{zapata} * L} * \left(1 - \frac{6 * e}{b_{zapata}}\right) \quad (3 - 48)$$

$$q_{min} = 5,475 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{max} = \frac{Fv}{b_{zapata} * L} * \left(1 + \frac{6 * e}{b_{zapata}}\right) \quad (3 - 49)$$

$$q_{max} = 7,404 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Se hallará de igual manera el esfuerzo medio, de manera:

$$q_{med} = q_{max} - q_{min} \quad (3 - 50)$$

$$q_{med} = 1,928 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Entonces las presiones actuantes serán:

$$q_1 = \frac{q_{med} * b_{punta}}{b_{zapata}} + q_{min} \quad (3 - 51)$$

$$q_1 = 6,608 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_2 = \frac{q_{med} * b_{talon+pantalla}}{b_{zapata}} + q_{min} \quad (3 - 52)$$

$$q_2 = 6,822 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Las fuerzas en la punta estarán descritas en la tabla 29:

Tabla 29.*Fuerzas en la punta*

Fuerza	Peso	Brazo de momento (m)	Momento (Ton- m)
F1	6,28	0,475	2,983
F2	0,276	0,317	0,0875
Mmax			3,0705

Para el cálculo del acero en la punta, se deberá:

$$M_{max} = 3,0705 \text{ ton} - m$$

$$M_u = 1,6 * M_{max} \quad (3 - 53)$$

$$M_u = 4,912 \text{ ton} - m$$

El acero requerido en la punta se calculará de igual manera que en el diseño de la pantalla, a diferencia que el recubrimiento es de 7,5 cm, de tal manera que:

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

$$A_{varilla} = 1,539 \text{ cm}^2$$

$$d = h_{total} - r - \phi \quad (3 - 54)$$

$$d = 31,1 \text{ cm}$$

$$a_1 = 0,872 \text{ cm (tabulado)}$$

$$As = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - \frac{a_1}{2})} \quad (3 - 26)$$

$$As = 4,238 \text{ cm}^2$$

$$a_{real} = \frac{As * f_y}{0,85 * f'_c * b} \quad (3 - 25)$$

$$a_{real} = 0,872 \text{ cm}$$

$$n_{varillas} = \frac{As_{min}}{A_{varilla}} \quad (3 - 39)$$

$$n_{varillas} = 2,73$$

$$s = \frac{100 \text{ cm} - r - \phi}{n_{varillas} - 1} \quad (3 - 40)$$

$$s = 41,1 \text{ cm}$$

Por lo que en la punta se colocarán varillas de 14 mm cada 40 cm.

Para la verificación de cortante se tiene:

$$Vu = 1,7 * Fv \quad (3 - 54)$$

$$Vu = 11,141 \text{ ton}$$

$$Vc = 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d \quad (3 - 29)$$

$$Vc = 25,359 \text{ ton}$$

Se debe cumplir:

$$Vu \leq \phi * Vc$$

$$11,141 \leq 0,75 * 25,359$$

$$11,141 \leq 19,02$$

\therefore Sí cumple

Las fuerzas en el talón se encuentran en la tabla 30:

Tabla 30.

Fuerzas en el talón

Fuerza	Peso (Ton)	Brazo de momento (m)	Momento (Ton-m)
F1	36,56	0,475	-17,366
F2	10,13	0,925	9,3703
F3	1,048	0,62	0,6498
		Mmax	-7,3460

Nota: Esta tabla representa las fuerzas que se presentan en el talón por la carga del suelo de relleno.

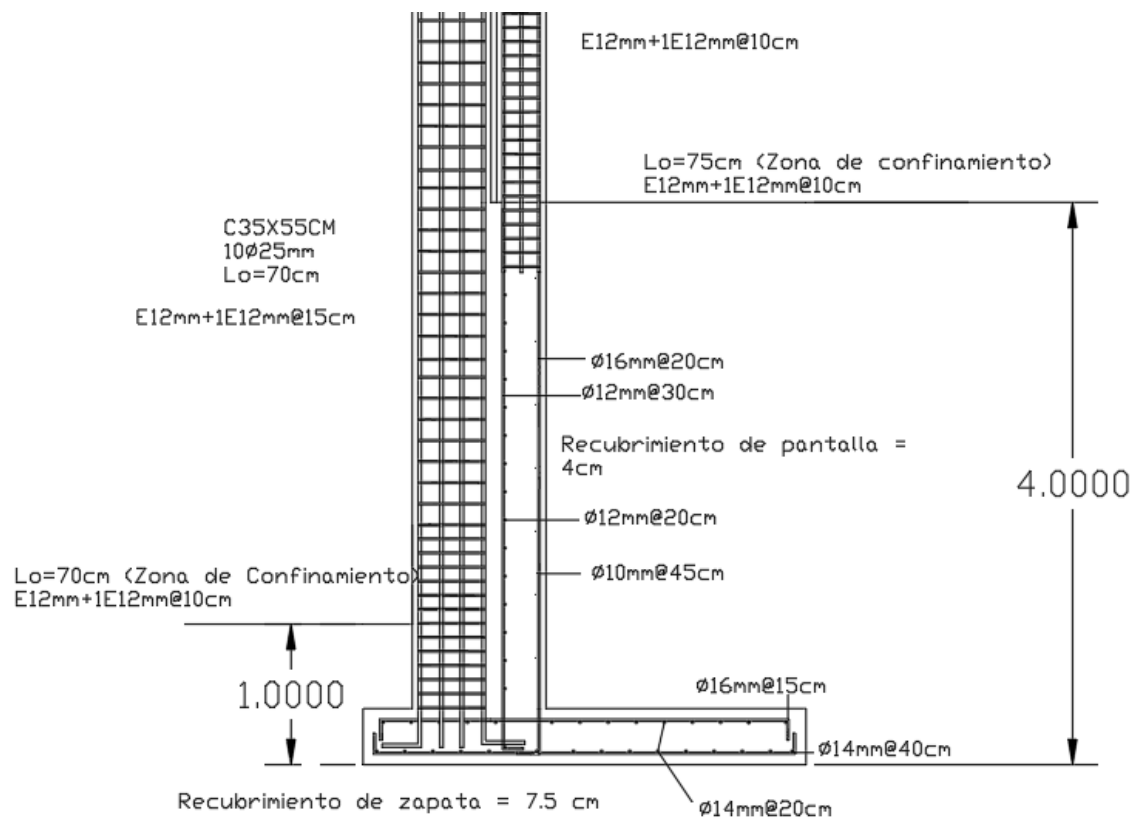
El proceso para la obtención del acero es el mismo que en la punta, y se obtuvo que se colocarán varillas de 16 mm cada 15 cm.

El acero transversal de la zapata se obtiene a través de la cuantía mínima ($\rho_{min} = 0,18\%$), por lo que se colocarán varillas de 14 mm cada 20 cm.

La figura 26 presenta un detalle del armado del muro de contención.

Figura 26.

Detalle de acero de muro de contención



Nota. Ilustra el armado que tendrá el muro de contención

3.1.14 Diseño de Losa Nervada en 2 direcciones

La losa nervada en 2 direcciones presenta las siguientes dimensiones:

Tabla 31.

Dimensiones de Losa Nervada

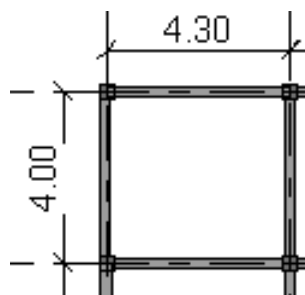
Elemento	Dimensión
Altura total de Losa	20 cm
Altura de Loseta de compresión	5 cm
Base de nervio	10 cm
Altura de nervio	15 cm
Separación de nervio	40 cm
Resistencia a la compresión	240 kg/cm ²
Resistencia del acero	4200 kg/cm ²

Nota: Esta tabla ilustra la dimensión y características del hormigón utilizado en la losa.

Para el cálculo de los momentos de diseño se determinará un paño crítico y esta se ilustra en la figura 27:

Figura 27.

Paño de losa crítico



Nota. Ilustra el paño de losa crítico que será utilizado para el correspondiente diseño de la losa.

Los momentos dependerán de coeficientes de reducción obtenidos del método de diseño por coeficientes propuesto por la normativa ACI 3-18, estos coeficientes dependerán del lado corto (A) y el lado largo (B), además de su relación:

Tabla 32.

Coeficientes de reducción para losas en 2 direcciones

Coeficientes para Momento Negativo por Carga Muerta + Viva	
Lado Corto (A)	0,055
Lado Largo (B)	0,045
Coeficientes para Momento Positivo por Carga Muerta	
Lado Corto (A)	0,030
Lado Largo (B)	0,024
Coeficientes para Momento Positivo por Carga Viva	
Lado Corto (A)	0,035
Lado Largo (B)	0,029

Nota: Obtenido de la normativa ACI 3-18

La ecuación (3 - 55) expresa como se calcularán los momentos de diseño, mismos que serán reflejados en la tabla 33:

$$M_{corto} = C_b * Q_u * A \quad (3 - 55)$$

$$M_{largo} = C_b * Q_u * B \quad (3 - 55)$$

Tabla 33.*Momentos en Losa Nervada de 2 direcciones*

Momento Negativos por Carga Muerta + Viva	
Lado Corto (A)	0,447 ton-m
Lado Largo (B)	0,423 ton-m
Momento Positivos por Carga Muerta	
Lado Corto (A)	0,158 ton-m
Lado Largo (B)	0,146 ton-m
Momento Positivos por Carga Viva	
Lado Corto (A)	0,039 ton-m
Lado Largo (B)	0,038 ton-m
Momentos Positivos por Carga Viva + Muerta	
Lado Corto (A)	0,253 ton-m
Lado Largo (B)	0,236 ton-m

Nota: A través de la formula 3-55 se calcularon los momentos correspondientes para la losa nervada en 2 direcciones.

El acero colocado se obtendrá a través de la ecuación (3 -19) y (3 – 20):

$$k = \frac{0,85 * b * d}{fy} \quad (3 - 19)$$

$$As = k * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * k * d * fy}} \right) \quad (3 - 20)$$

Tabla 34.*Acero colocado en Losa Nervada de 2 direcciones*

Acero Negativo	
Lado Corto (A)	0,793 cm2
Lado Largo (B)	0,749 cm2
Acero Positivo	
Lado Corto (A)	0,447 cm2
Lado Largo (B)	0,417

Nota: Esta tabla presenta la demanda de acero requerido para cada lado de la losa nervada.

Todas estas demandas pueden ser cumplidas con varillas de 12 mm de diámetro.

Para el acero de retracción se usará la cuantía mínima de 0,18%, resultando una malla Armex Tipo R-106.

3.2 Diseño de la nave industrial

3.2.1 Descripción general de la nave industrial

Para este proyecto, se considera un sistema OMF, está ubicado en la zona costa. La luz para emplear es de 12 m, en donde las demás dimensiones son propuestas por el diseñador.

Tabla 35

Características generales de la nave industrial

Ubicación	Guayaquil
Uso	Laboratorio multidisciplinar
Luz de la nave industrial	15 m
Altura mínima	6 m
Pendiente	20%

Nota: Esta presenta las características de la nave industrial.

3.2.2 Geometría de la estructura

Considerando el ahorro de material y los desniveles del terreno entre el edificio de oficinas y la nave industrial, se obtienen alturas de 9m y 6m. Para la inclinación, se consideran las condiciones climáticas y desempeño estructural, se recomienda emplear una inclinación entre 15% a 25%, la seleccionada es de 20%.

Los pórticos estarán separados según los ejes del edificio de oficinas. Esta propuesta pretende favorecer económicamente y va en base a las facilidades comerciales, por lo que se prioriza unas separaciones prudentes.

A continuación, se presenta el cálculo del grado de inclinación para los cordones superiores en la cubierta del galpón.

$$ln = 15m$$

$$\alpha = 20\%$$

$$h = \alpha * \frac{ln}{2} = 1.2m$$

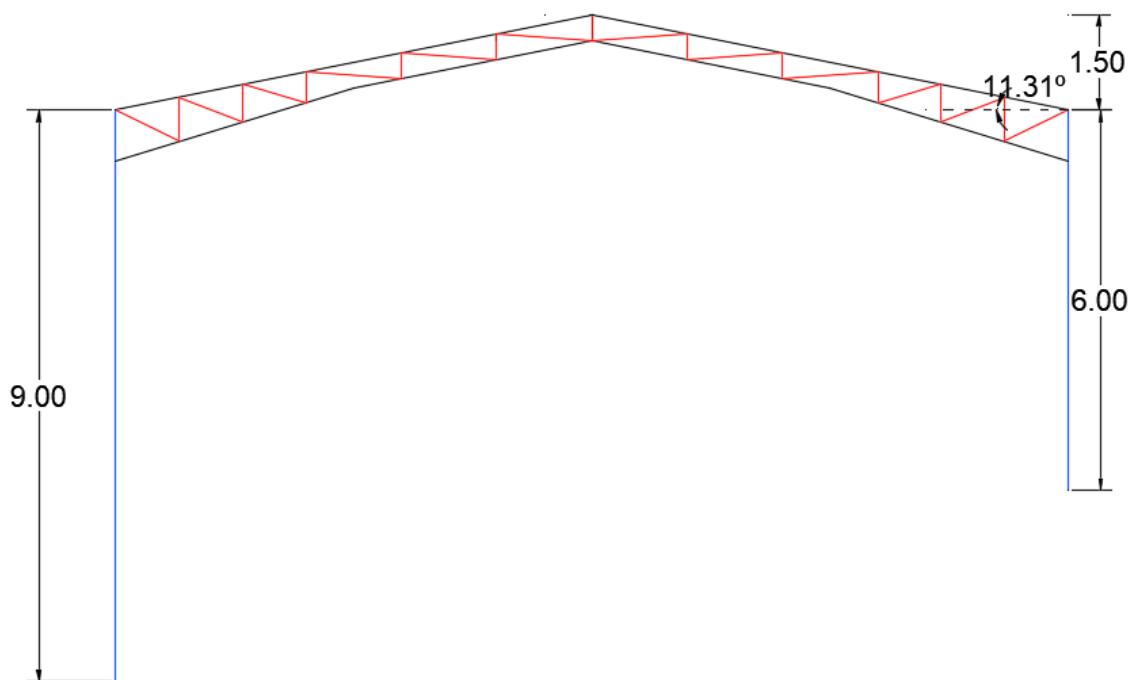
$$\tan(\theta) = \frac{h}{\frac{ln}{2}}$$

$$\theta = \operatorname{atan}\left(\frac{h}{\frac{ln}{2}}\right) \quad (3 - 55)$$

$$\theta = 11.31^\circ$$

Figura 28.

Geometría de la Nave Industrial



Nota. Esta ilustración demuestra las medidas y forma que tiene la nave industrial

3.2.3 Definición de cargas

Para la definición de cargas, se considera en carga muerta las luminarias, el peso del techo Estilox (NOVACERO). Mientras que para la carga viva se encuentra solo el mantenimiento. Las cargas detalladas se pueden observar a más detalle en la tabla 36.

Tabla 36*Definición de cargas*

Determinación de cargas		
Muertas		
Luminarias	15	Kg/m ²
Techo Estilox (Novacero)	6,43	
5%cm	1,0715	
Total, de CM	22,5015	Kg/m ²
Vivas		
Mantenimiento	70	Kg/m ²
Total	70	kg/m ²

Nota: Esta tabla representa las cargas vivas y muertas sobre impuestas en la nave industrial.

3.2.4 Combinaciones de carga

Para la determinación de la combinación de carga en el prediseño se usa el método ASD. Sin embargo, para el diseño definitivo se implementa el método LRFD, con las combinaciones de carga según la norma NEC-SE-DS 2015.

1. $1.4D$
2. $1.2D + 1.6L$
3. $1.2D + 1.6 \max(L_r; S; R) + \max(L; 0.5W)$
4. $1.2D + 1W + L + 0.5 \max(L_r; S; R)$
5. $1.2D + 1E + L + 0.2S$
6. $0.9D + 1W$
7. $0.9D + 1E$

3.2.5 Definición de materiales

Para la definición de materiales en el caso de los perfiles de acero serán de ASTM 36 y para las correas debido a que están laminados en frío el material de estas son A653SQ Gr 50.

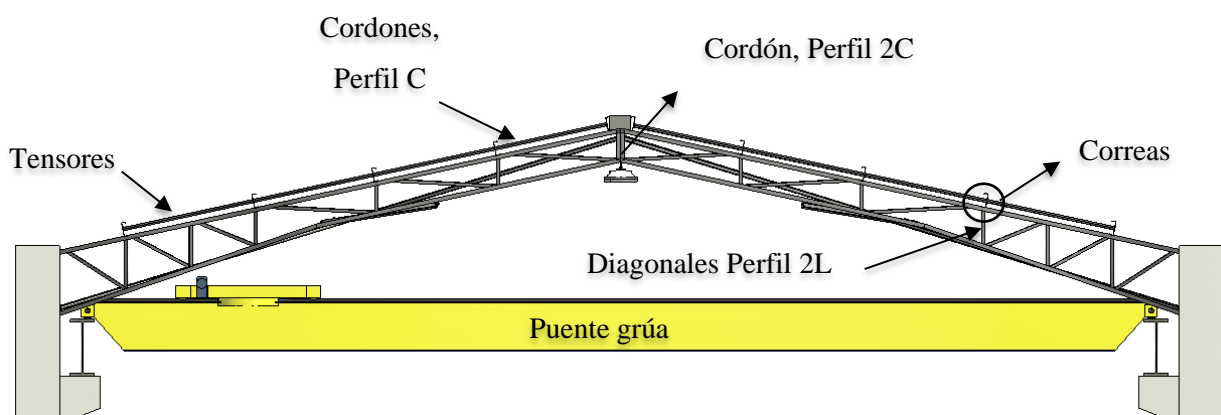
Además, para el caso de las columnas y vigas el hormigón premezclado tiene una resistencia igual a $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.2.6 Prediseño de los elementos de la nave industrial

Los perfiles que se necesitan en la cubierta de la nave industrial son de acero A 36. Tanto para diagonales, tensores, cordones mientras que para correas es de A653SQ Gr 50.A continuación, se presenta en la figura 29 la definición de los perfiles y elementos para la cercha.

Figura 29.

Perfiles utilizados en la cubierta de la Nave Industrial

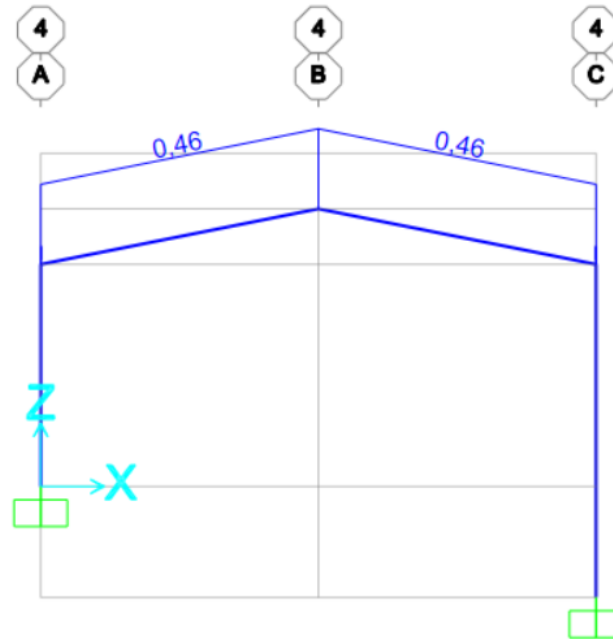


Nota. Esta ilustración denota los perfiles que se utilizarán para el diseño de la cubierta de la nave industrial

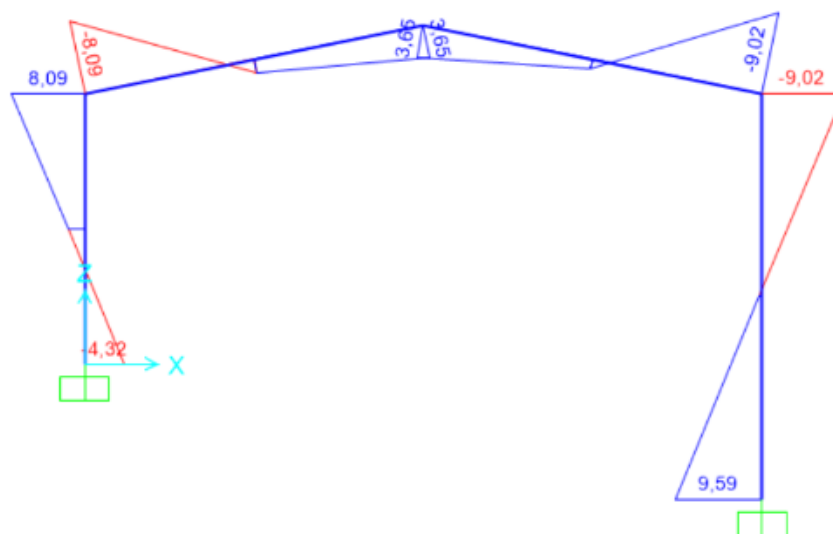
3.2.6.1 Prediseño de los cordones

Se realiza el modelo en SAP2000 para un pórtico y una carga total por el método ASD distribuida uniformemente de 100Kg/m y sin considerar el peso propio de la estructura. Se obtiene la tabla de los momentos y cargas axiales. Luego se selecciona el momento máximo, tomando en cuenta la zona donde se ubicará el perfil C en la cubierta de la nave industrial.

Como se puede observar en la figura 31 El momento máximo en la cercha de la cubierta es de 7.82 Ton * m.

Figura 30.*Bosquejo 1 de la nave industrial*

Nota. Se ilustra las demandas obtenidas en el programa de análisis estructural SAP2000

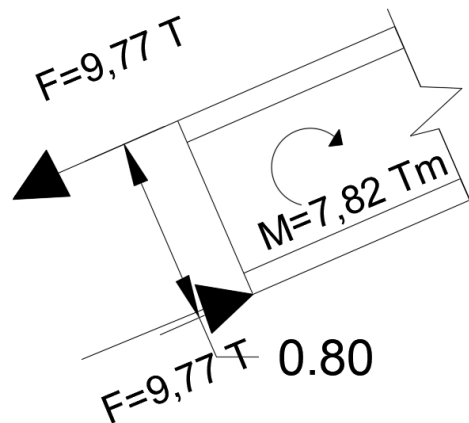
Figura 31.*Demandas de Momento*

Nota Se ilustra las demandas obtenidas en el programa de análisis estructural SAP200

Si se toma una distancia de 0.80m, entonces, se tiene una fuerza de: $F= 9.775$ Ton como se indica en la siguiente figura:

Figura 32.

Bosquejo de las fuerzas y momentos en los cordones



Nota. Se ilustra las fuerzas y momentos que actúan en los cordones de la nave industrial

Se tomará el acero A-36 en este diseño para el cual $f_y= 2530$ Kg/cm² y para la tensión se considera el 0.6 de f_y , es decir: 1518 Kg/cm², entonces el área necesaria para una fuerza de 41 T sería:

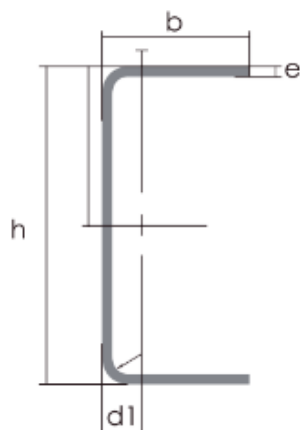
$$A = \frac{F}{f_y} \quad (3 - 56)$$

$$A = \frac{9770}{1518} = 6,437 \text{ cm}^2$$

Se toma los canales del catálogo de DIPAC, que tienen sección de alrededor de $6,437$ cm².

Figura 33.

Dimensiones para el perfil C



Nota. Se ilustra las dimensiones del perfil C a utilizarse para el diseño, estas dimensiones son obtenidos del manual de productos de DIPAC.

Tabla 37.

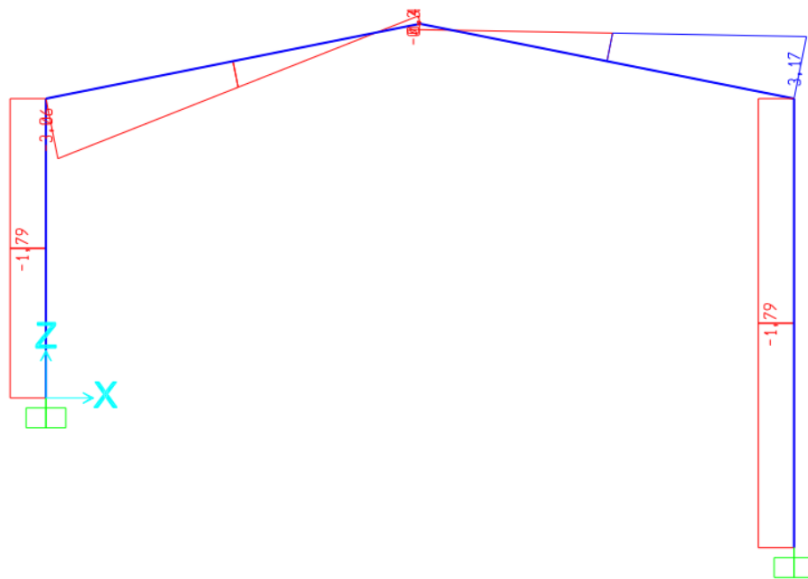
Características del perfil C 150x50x4

h	b	e	Masa	A	d1	EJE X-X			EJE Y-Y		
						I	W	i	I	S	i
mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
150	50	4	8.95	9,47	1,17	297	39,6	5,6	20,5	5,36	1,47

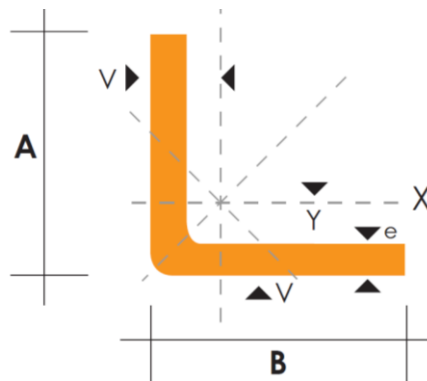
Nota: Esta tabla muestra las dimensiones y masa del perfil C150X150X4.

3.2.6.2 Prediseño de las diagonales

Para la selección del perfil de las diagonales 'L', se obtienen los cortantes en el SAP20000 como se muestra en la figura 34. El ángulo óptimo entre la fuerza axial y el cortante es de 45°. Sin embargo, para este caso resulta un ángulo igual a 38.66°. Lo cual es aceptable, ya que no siempre resulta al valor más eficaz. Los detalles del cálculo se encuentran en el anexo 2.

Figura 34.*Cortantes del pórtico*

Nota. Se ilustra los cortantes de demanda en el pórtico, los cuáles son obtenidos de SAP2000

Figura 35.*Dimensiones del perfil L*

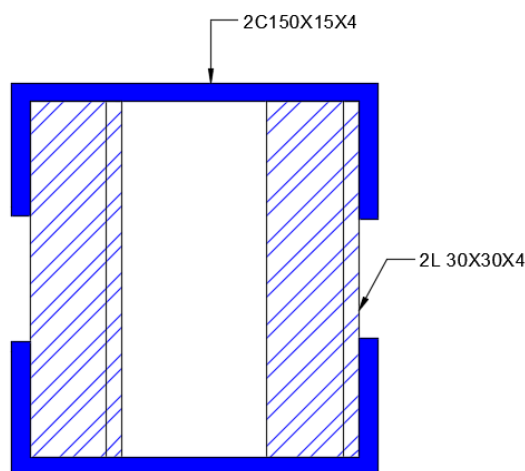
Nota. Se ilustran las dimensiones del perfil L, recopiladas del manual de productos de DIPAC.

Tabla 38.*Propiedades del perfil L30x30x4*

b	h	e	Masa	Área	D1	D2	Ángulo	Eje x-x			Eje y-y		
								I	W	r	I	W	R
m	m	m	Kg/m	cm ²	cm	cm	(°)	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
30	30	4	31.68	5.28	0,95			1,7	0,8	0,91			
						0,9	45	6	6		1,7	0,8	0,91
						5					6	6	

Nota: Esta tabla ilustra las dimensiones y masa que posee el perfil L30x30x4

Para el caso de los perfiles 2L30X30X4 en el software de deben hacer coincidir los centroides para ello se realiza lo siguiente:

Figura 36.*Bosquejo de la colocación de perfiles C y 2L en la cubierta*

Nota. Esta ilustración representa la forma de colocar los perfiles C y 2L respectivamente.

Debido a que la orientación del perfil 2L que se pretende utilizar es diferente a la que tiene en SAP2000 se utiliza el siguiente artificio: “Entre el modelo propuesto y el modelo de

SAP2000 se deben mantener las mismas inercias”. Con el objetivo de conservar las inercias se debe ajustar los ejes con respecto a los centros de gravedad.

$$d = B - 2\bar{x} - 2e \quad (3 - 57)$$

$$d = bb + 2\bar{x}$$

$$B - 2\bar{x} - 2e = bb + 2\bar{x}$$

$$bb = 200 - 4(9,5) - 2(4)$$

$$bb = 154mm$$

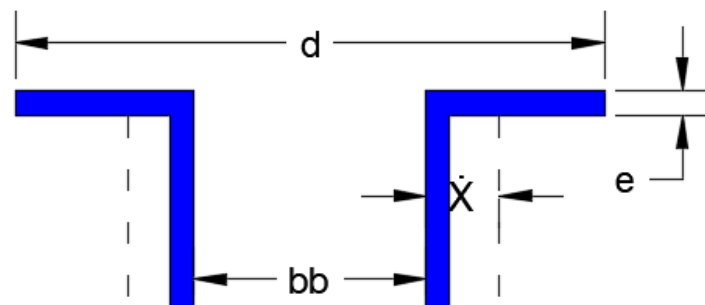
$$\text{Ancho} = bb + 2L_{\text{del ángulo } 30 \times 30 \times 4}$$

$$\text{Ancho} = 154 + 2(30)$$

$$\text{Ancho} = 214 \text{ mm}$$

Figura 37.

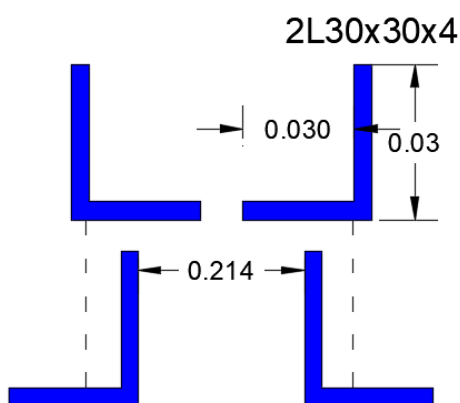
Dimensiones del perfil 2L



Nota. La presente imagen ilustra las dimensiones correspondientes al perfil 2L

Figura 38.

Ajuste del perfil 2L para la modelación en el SAP2000



Nota. Para la modelación en SAP2000 del perfil 2L se debe hacer la siguiente modificación

3.2.6.3 Prediseño de las correas

Si se selecciona una G175x50x15x3 ubicada cada 1.5m

La carga que debe soportar la correa sería:

Tabla 39.

Carga general para las correas

Peso propio de la correa (G175x50x15x3)	6.13	Kg/m
Techado	10	Kg/m
Luminarias	8.87	Kg/m
Total	160	Kg/m

Nota: Esta tabla ilustra las cargas que soportarán las correas de la cubierta metálica

Tabla 40

Cargas para las correas según su ubicación en la cubierta

CORREAS	ANCHO TRIBUTARIO (m)	CARGA MUERTA	CARGA VIVA	D DISTRIBUIDA (kgf/m)	L DISTRIBUIDA (kgf/m)	TOTAL (kgf/m)
Centrales #1	1,5	70	36,75	105	55,125	160,13
De borde	0,75			52,5	27,5625	80,06
Centrales #2	1			70	36,75	106,75

Nota: La tabla presenta a detalle las cargas que tendrán las correas dependiendo de la ubicación de estas

Tabla 41.

Características general de los perfiles preseleccionados para las correas

h	b	c	e	Masa	A	d1	EJE X-X			EJE Y-Y		
							I	S	I	I	S	I
mm	mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
150	50	15	3	6,07	7,81	1,42	255,2	34,03	5,72	23,49	6,56	1,73
175	50	15	4	6.66	30.31	1,31	369,4	42,22	6,57	24,59	6,66	1,7

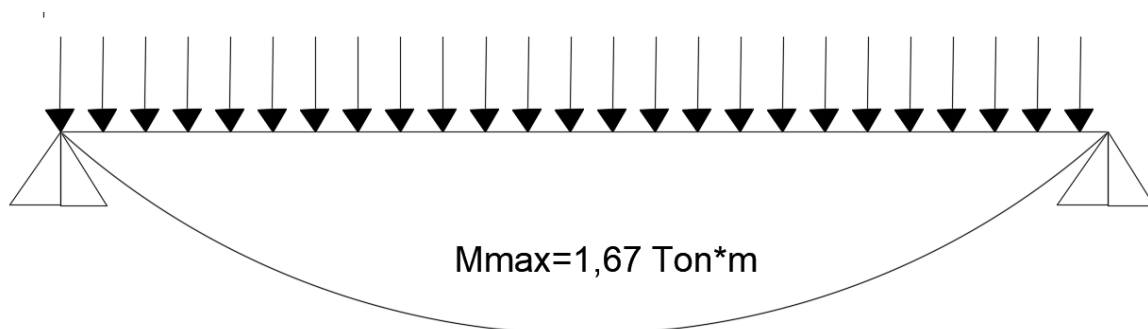
Nota: Dimensiones y características de las correas obtenido del manual del usuario de DIPAC.

$$\vartheta_{max} = \frac{Mx}{S_{xx}} = \frac{Sy}{FS} \quad (3 - 58)$$

$$M_{max} = \frac{qL^2}{8} \quad (3 - 59)$$

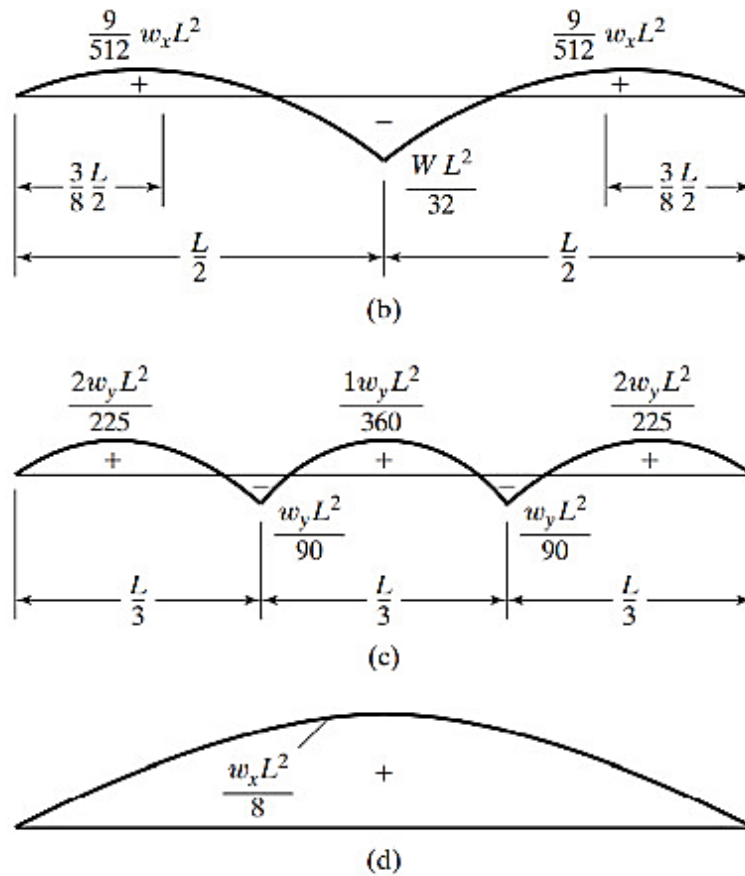
Figura 39.

Momento máximo para las correas



Nota. A través de un diagrama se demuestra el momento máximo que se genera en las correas por la demanda producida por la cubierta

Debido a que la correa está colocada con cierta inclinación, se descompone tanto en los ejes 'x' y 'y'.

Figura 40.*Momentos considerados*

Notas: Momentos considerados en las correas, obtenidos de Mc.Cormac & Csernak, 2012

$$M_x = M_{max} * \cos(\theta) \quad (3 - 60)$$

$$M_y = 0.0889 M_{max} * \cos(\theta) \quad (3 - 61)$$

$$M_y = 0.25 M_x \quad (3 - 62)$$

Tomando en cuentas las propiedades de la correa:

$$S_x = 42,20 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 6,66 \text{ cm}^3$$

Se debe considerar la siguiente desigualdad para comprobar si el perfil cumple o se deberá recalcular:

$$\frac{M_x}{S_x} = 1,164 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\frac{My}{Sy} = 131,95 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\frac{My}{Sy} + \frac{Mx}{Sx} = 1295,44 \frac{kg}{cm^2}$$

$$fy' \geq \frac{My}{Sy} + \frac{Mx}{Sx} = 1 \quad (3 - 63)$$

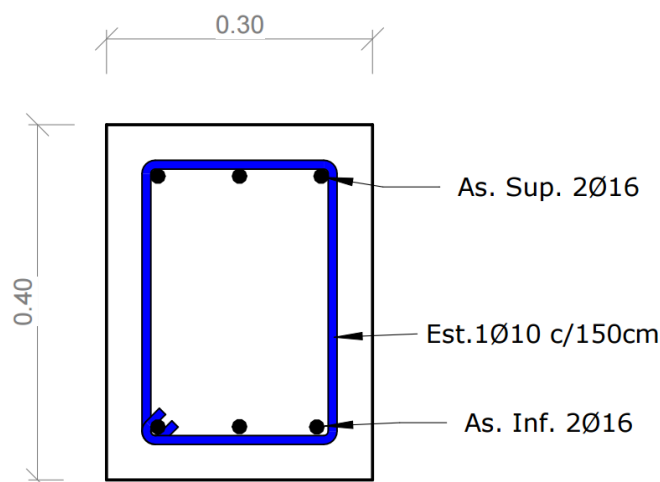
El perfil que cumple con la inecuación es: G175x50x15x3

3.2.6.4 Prediseño de viguetas y columnetas

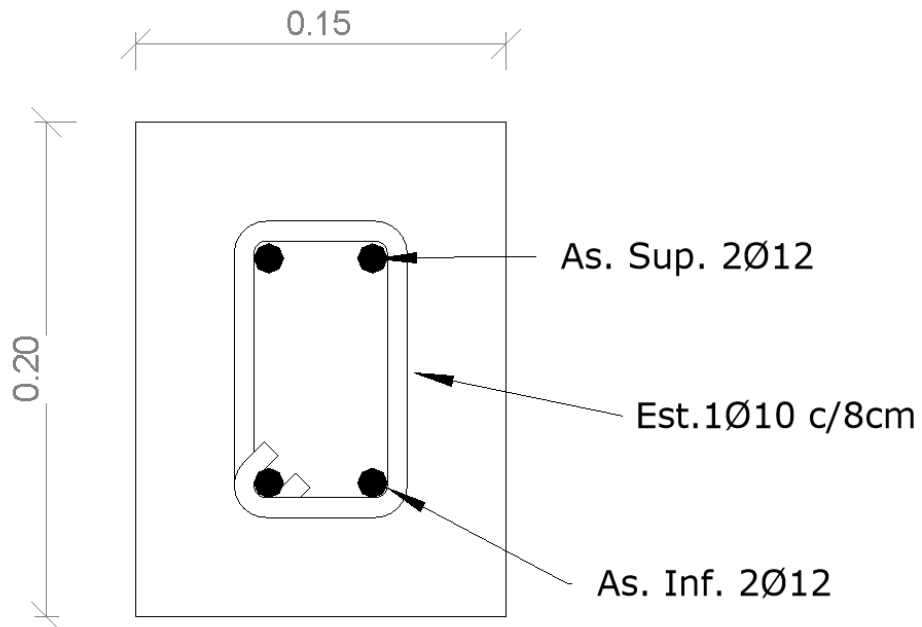
Para la determinación de las dimensiones de las columnetas se toma en cuenta la mampostería colocada, dado que el espesor de la pared es de 15cm se establecen para columnetas dimensiones de 20x15. De igual manera, para las viguetas sus medidas establecidas serán de 15x20. También, se consideran vigas donde sus dimensiones para el prediseño serán de 30x40 y 25x35 debido al impacto de las cargas que influyen en la nave industrial. Para mayor detalle del cálculo, se visualiza en el anexo 2.

Figura 41.

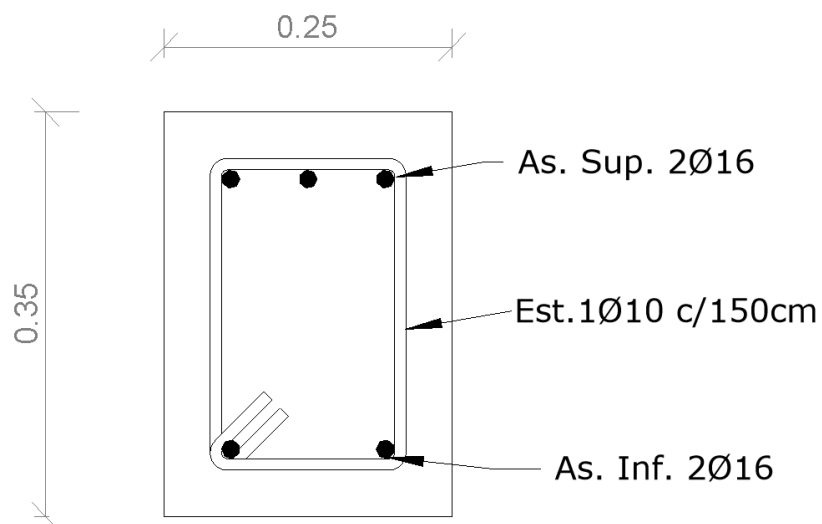
Acero de refuerzo de las vigas de 30x40cm



Nota. Detalle del armado de las vigas utilizadas en la nave industrial.

Figura 42.*Acero de refuerzo de las viguetas de 15x20*

Nota. Detalle del refuerzo colocado en las viguetas utilizadas para la contención de la mampostería en la nave industrial.

Figura 43.*Acero de Refuerzo de viguetas de 25x35*

Nota. Detalle del refuerzo colocado en las viguetas utilizadas para la contención de la mampostería en la nave industrial.

3.2.6.5 Prediseño de las columnas

Se estableció dimensiones de base igual a 55cm y altura de 35cm, lo cual esto genera que las columnas de hormigón armado tengan el efecto de esbeltez. Se definen las dimensiones anteriores debido a que se considera la presencia de elementos pesados lo cual serán transportados por el puente grúa. Donde el eje x se vuelve débil debido a los posibles impactos de los elementos pesados.

3.2.6.6 Prediseño de Tensores

Para la selección del diámetro de tensores se debe considerar que el diámetro mínimo es de 5/8mm y la esbeltez no debe ser menor a $L/500$. El diseño de los tensores, se explica a detalle en el anexo 2.

3.2.6.7 Mampostería

El espesor idóneo varía según el tipo de mampostería, es decir si tiene función o no estructural El espesor de bloques de hormigón se debe utilizar entre 10 a 20 cm. En la tabla se presentan las dimensiones recomendadas de bloques según la normativa NTE INEN 638.

Tabla 42.

Tabla Dimensiones de bloques NTE INEN 638

TIPO	DIMENSIONES NOMINALES (cm)			DIMENSIONES EFECTIVAS (cm)		
	largo	ancho	alto	largo	ancho	alto
A, B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C, D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,19,24	20

Nota: Esta tabla ilustra las dimensiones que tendrán los bloques que conformarán la mampostería de la nave industrial, obtenida de la NTE INEN 638.

Tabla 43.*Perfiles pre-seleccionados*

Perfiles metálicos preseleccionados	
Ángulos (diagonales)	2L40X40X4
Cordones	C100X50X6
Correas	G175X50X15X3
Tensores	20mm de diámetro
Diagonales (centrales)	2C100X50X6
Elementos de hormigón	
Columnas	55X35cm
Viguetas	15X20cm
Columnetas	20X15cm

Nota: Presenta los perfiles que se seleccionaron de manera preliminar para el diseño estructural de la nave industrial

3.2.6.8 Prediseño y diseño de la viga carrilera

Para la selección del perfil de la viga carrilera se debe tomar en cuenta la estimación de cargas. Además, se consideran los datos brindados por el proveedor del puente grúa respecto a las reacciones de las ruedas sobre la viga carril y las distancias de las ruedas del carro. También, se debe especificar las propiedades del material del elemento. Una vez obtenida la carga lineal para toda la viga, se procede a calcular el momento máximo. Luego se selecciona el perfil a través del módulo de sección. Finalmente se comprueba los límites de deflexión y para secciones sísmicas.

3.2.6.8.1 Coeficientes de impacto

Para el diseño de las vigas carrileras se debe considerar además de las cargas gravitacionales, las fuerzas longitudinales, verticales y laterales.

Tabla 44.*Coeficientes de impacto según la NORMA ANSI/AISC 360-10*

Factores utilizados para los impactos verticales, fuerzas longitudinales y laterales			
Puentes	Impulsados a mano	Eléctrico	
Carros	Todos	IM	E

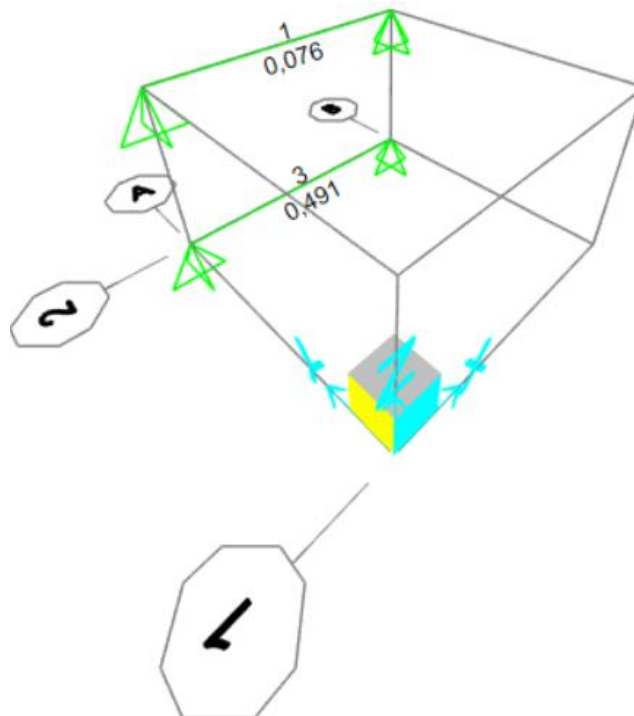
Fuentes de Energía	Polipastos	IM	E	IM	E	IM	E
Impacto Vertical	Operado por colgantes	NA	NA	NA	NA	10%	10%
	Operado por Cabina	NA	NA	NA	NA	NA	25%
Fuerza longitudinal		0	0	10%	10%	10%	10%
Fuerza lateral		0	20%	0%	20%	0	20%

Nota: Esta tabla presenta los coeficientes de impacto utilizados para el diseño de la viga carrilera del puente grúa.

Para la modelación de las vigas se deben considerar las cargas móviles según lo indicado por el proveedor.

Figura 44.

Modelación de la viga carrilera



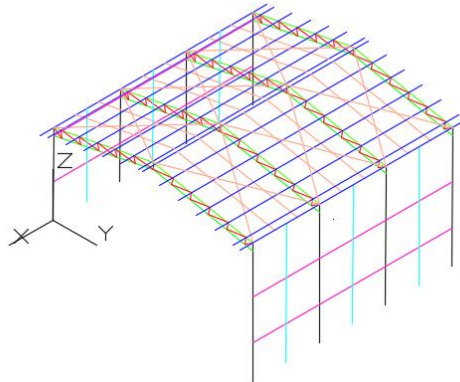
Nota. Se ilustra la modelación en SAP2000 de las vigas carrileras del sistema del puente grúa

3.2.7 Generación de la geometría

Una vez establecidos los perfiles de acero y de hormigón armado. Se realiza un bosquejo de la nave industrial en AutoCAD en 3D. Para luego importarlo al programa SAP2000.

Figura 45.

Prediseño de nave industrial en AutoCAD

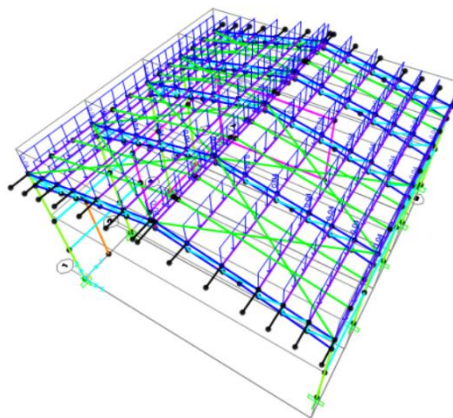


Nota: Se ilustra el prediseño y geometría de la nave industrial

3.2.8 Colocación de cargas en el Software

Figura 46.

Colocación de cargas muertas en SAP2000



Nota. Se colocan las cargas muertas correspondientes en SAP2000

3.2.8.1 Asignación de la carga sísmica equivalente

Tabla 45.

Tipo de suelo y coeficiente del perfil del subsuelo

Tipo de suelo y coeficiente del perfil del subsuelo	
Tipo de suelo	D
Coeficiente que depende del tipo de suelo 'r'	1
Coeficiente de amplificación de suelo 'Fa'	1.20
Coeficiente de amplificación de suelo 'Fd'	1.11
Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos 'c'	1.11

Nota: Esta tabla ilustra el tipo de suelo y los coeficientes del perfil del subsuelo perteneciente a la nave industrial

Tabla 46.

Categoría de edificio y coeficiente de importancia

Categoría de edificio y coeficiente de importancia	
Coeficiente de importancia 'I'	1.3
Coeficiente de reducción de respuesta 'R'	3

Nota: Esta tabla representa los coeficientes que corresponden al de la importancia y el coeficiente de respuesta sísmico de la nave industrial

3.2.8.2 Periodo fundamental de la estructura

$$T_a = C_t * h_n^\alpha \quad (3 - 1)$$

$$T_a = C_t * h_n^{0,75}$$

$$T_a = 0,073 * 9^{0,75}$$

$$T_a = 0,379 [s]$$

Método 1

$$1,3T_a = 0,493 [s]$$

$$T_a \leq 0,5 [s]$$

Donde el periodo obtenido en el programa fue aproximadamente de 0,31[s]. Es decir, que el diseño cumple, esto se puede dar debido a que al modelar el muro de reacción genera un gran valor de la rigidez a pesar de que pueda ocurrir una cierta rotación, se puede despreciar debido a que la derivada inelástica resulta muy menor al 2% como se puede observar en la tabla 47.

Tabla 47.

Exponente de Corrección por Altura “k”

Valores de T (s)	k
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.5 T$
> 2.5	2

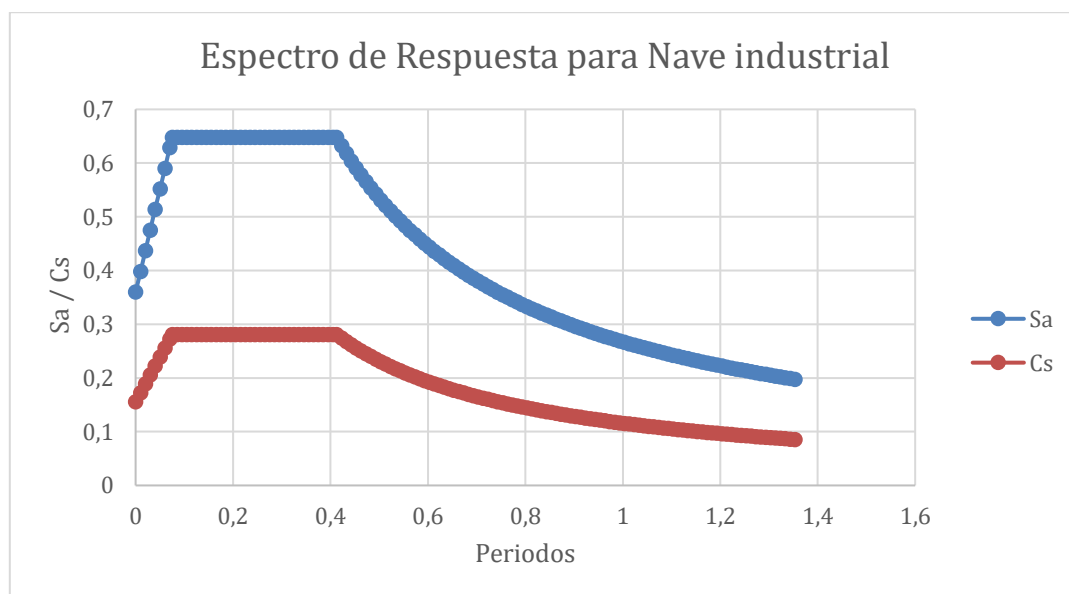
Nota: Tabla de Valores para el factor de corrección de altura k que depende del periodo de la estructura (T), obtenido de la normativo NEC-SE-DS.

Coefficiente de Cortante Basal de Diseño:

$$V = C_S * W = \frac{I * S_a * (T a)}{R * \phi_p * \phi_E} * W \quad (3 - 2)$$

Figura 47.

Espectro de respuesta para nave industrial



Nota. Esta imagen ilustra el espectro de respuesta de nave industrial

Tabla 48.**Obtención de las derivas de la nave industrial.**

Joint	Output Case	CaseType	U1 D. Elast X	U2 D. Elast Y	U3 D. Elast Z	Deriva elástica sobre altura entre piso X	Deriva elástica sobre altura entre piso z	Deriva elástica sobre altura entre piso Y	R	Deriva inelástica X	Deriva inelástica Y	Deriva inelástica Z
138	Ex	LinStatic	0,007	0,001513	-3E-05	0,00078278	0,00016811	-3,66667E-06	3	0,18%	0,0378%	-0,0008%
138	Ey	LinStatic	0,0002	0,007835	-5E-05	1,9111E-05	0,00087056	-5,1111E-06	3	0,004%	0,1959%	-0,0012%

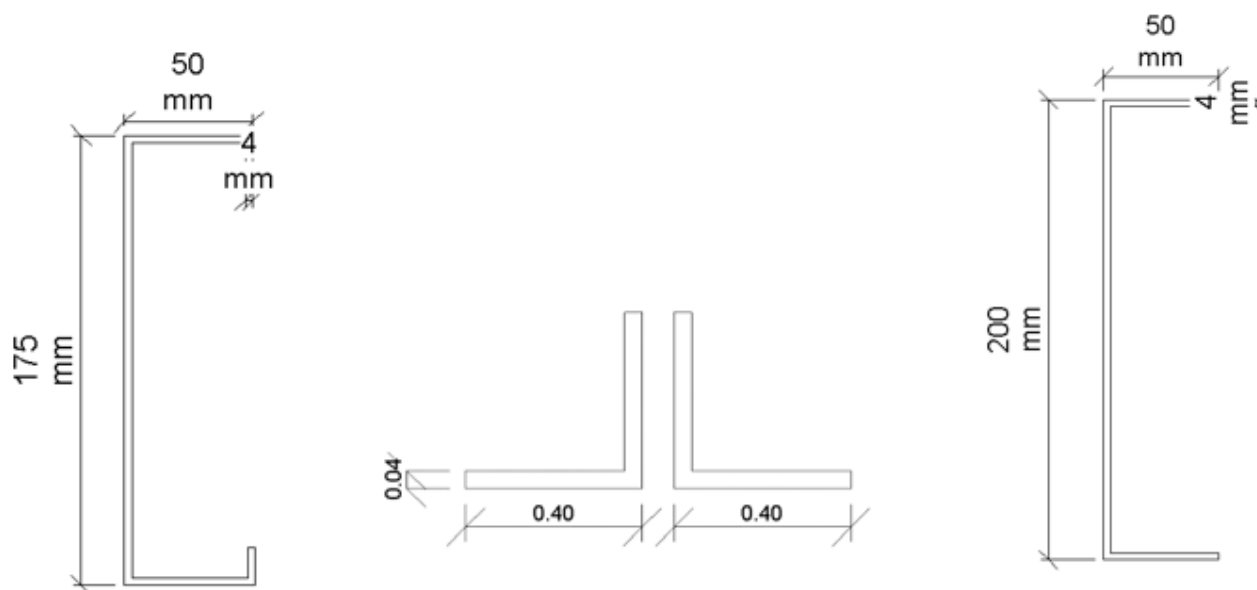
Nota: Presenta la comprobación de derivas de la nave industrial, se obtiene en base a la modelación estructural de SAP2000

3.2.9 Diseño de los perfiles de acero de la nave industrial

Al realizar la prueba en el programa SAP2000, algunos perfiles no cumplían con el diseño es por ello se procedió a aumentar las dimensiones establecidas en el diseño.

Figura 48.

Perfiles definidos para el diseño de la nave industrial



Nota. Se ilustran las dimensiones de los perfiles escogidos para el diseño.

Para el caso de las correas, no se modifican las dimensiones predefinidas para el modelado estructural.

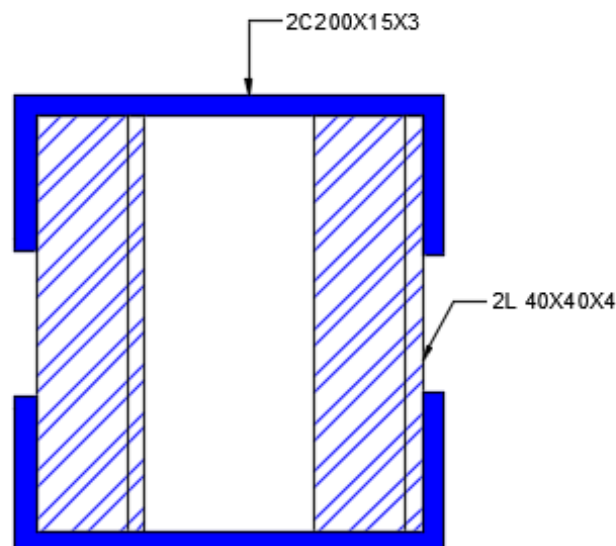
Tabla 49.*Características del perfil G para correas*

h	b	c	e	Masa	A	d1	EJE X-X		EJE Y-Y			
							I	S	I	I	S	I
mm	mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
175	50		3	6.66	30.31	1,31	369,4	42,22	6,57	24,59	6,66	1,7

15

Nota: Características fijas del perfil G.

En, cambio para las diagonales que son parte de la cercha, debido a que no cumplen el diseño con las medidas predimensionada se establecen de 2L40x40x4. De esta manera se realiza el cálculo del ‘back to back’ (bb) o también conocida como la distancia establecida para la igualdad de centroides e inercias en el software. Como se puede observar en la siguiente figura:

Figura 49.*Diagonales elegidas para el diseño*

Nota. Esta imagen ilustra la diagonal y los perfiles elegidos para su diseño

Tabla 50.*Características del perfil 2L para las diagonales*

b	h	e	Masa	Área	D1	D2	Ángulo	Eje x-x			Eje y-y		
								I	W	r	I	W	R
mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm	cm	(°)	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
40	40	4	31.68	5.28	0,95	0,95	45	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91
						0,95					1,76	0,86	0,91

Nota: Características del perfil 2L que será utilizado en el diseño.

Tabla 51.*Características del perfil C para cordones superiores e inferiores*

h	b	e	Masa	A	d1	EJE X-X			EJE Y-Y		
						I	W	i	I	S	i
mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
200		4	8.95	11.5	1,0	600	42,22	7,23	22,1	5,52	1,39

50

Nota: Características del perfil C que será utilizado para el diseño de la nave industrial.

3.2.10 Diseño de columnas y columnetas

Las columnas del edificio de oficinas tienen los mismos materiales que las vigas por lo tanto comparten esta característica.

Datos

$$b = 55 \text{ cm}$$

Base de la columna

$$h = 35 \text{ cm}$$

Altura de la columna

$$d = 4 \text{ cm}$$

Recubrimiento

$$\phi_{longitudinal} = 25 \text{ mm}$$

Varilla longitudinal

$$\phi_{estribos} = 12 \text{ cm}$$

Varilla de estribo

$$n_{varillas} = 10$$

Número de varillas

$$A_s = n_{varillas} * A_{varilla} = 49,087 \text{ cm}^2$$

Acero colocado

$$A_{st} = 1,131 \text{ cm}^2$$

Acero transversal colocado

$$d = h - r - \phi_{estribos} - \frac{\phi_{longitudinal}}{2} = 48,55 \text{ cm} \quad \text{Peralte}$$

3.2.10.1 Comprobación de Secciones

La normativa ACI 318 determina las siguientes comprobaciones para las dimensiones de las columnas:

- a) La mínima dimensión transversal de una columna debe ser 30 cm

$$b > 30 \text{ cm}$$

$$55 \text{ cm} > 30 \text{ cm}$$

\therefore Sí cumple

$$h > 30 \text{ cm}$$

$$35 \text{ cm} > 30 \text{ cm}$$

\therefore Sí cumple

- b) La relación entre la relación menor y mayor no debe ser menor a 0,4

$$\frac{b}{h} > 0,4$$

$$\frac{55 \text{ cm}}{35 \text{ cm}} > 0,4$$

$$1,57 > 0,4$$

La normativa NEC permite que la cuantía de columnas este entre el 1% y el 3% para asegurar la ductilidad de estas, por lo que se realizará la respectiva comprobación:

$$\rho = \frac{A_s}{A_g}$$

$$\rho = \frac{49,087 \text{ cm}^2}{55 \text{ cm} * 35 \text{ cm}} = 0,025 = 2,5\%$$

\therefore Sí cumple

3.2.10.2 Efecto de esbeltez

Se debe determinar si la columna es arriostrada o no a través del criterio de índice de estabilidad.

$$Q = \frac{\sum Pu * DerivaR}{Vus * luz \text{ de la columna}} \quad (3 - 64)$$

Debido que Q es menor a 0.05, entonces se considera como 'Arriostrada'. Por lo tanto, se analiza el efecto de esbeltez solo a lo largo de la longitud de la columna.

Para verificar si se puede desprestigiar los efectos de esbeltez se deben cumplir dos condiciones:

$$\frac{kl_u}{r} \leq 34 + 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \quad (3 - 65)$$

$$90,31 \leq 34 + 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$$

\therefore No cumple

$$\frac{kl_u}{r} \leq 40 \quad (3 - 66)$$

$$90,31 \leq 40$$

\therefore No cumple

Debido a que no se puede ignorar los efectos de esbeltez, se determina la amplificación de momentos:

Se calcula la carga crítica de pandeo:

$$P_c = \frac{\pi^2 * E I_{eff}}{(k_{prom} * l_u)^2} \quad (3 - 67)$$

$$P_c = 147,15 \text{ Ton}$$

Magnificador de momentos:

$$\delta_s = \frac{1}{1 - Q} \geq 1 \quad (3 - 68)$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{0.75 * \sum P_c}} \geq 1 \quad (3 - 69)$$

$$C_m = 0,6 \pm 0,4 \frac{M_1}{M_2} \quad (3 - 70)$$

$$\delta_s = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0.75 * \sum Pc}} \quad (3 - 69)$$

$$\delta_s = 0,00024$$

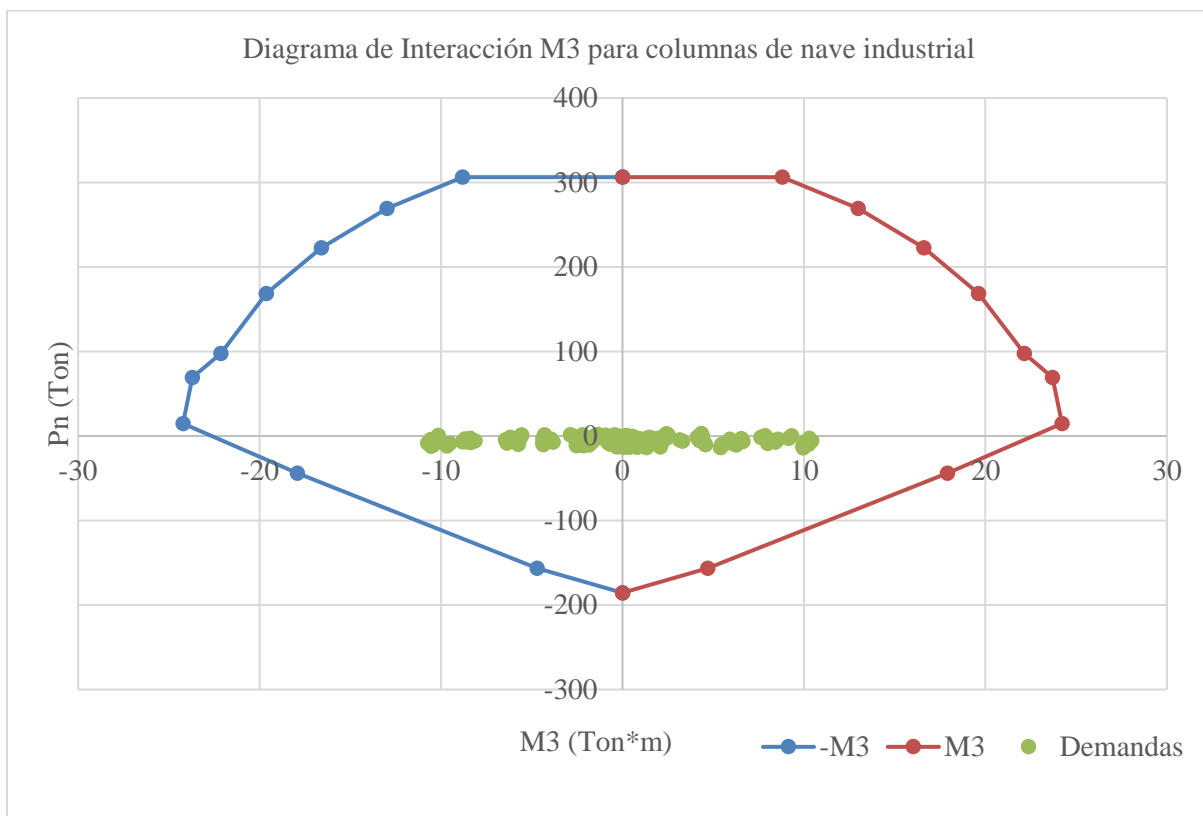
Debido a que el factor de amplificación es menor a uno, no se necesita amplificar los momentos por efecto de esbeltez.

3.2.10.2 Diagrama de interacción

A través de la carga axial obtenida en el programa SAP2000 se realiza el diseño de las columnas prediseñadas. Lo cual se realiza el diagrama de interacción como se puede observar en la figura 50 y la comprobación de los efectos de esbeltez. Las especificaciones del diseño se observan en el anexo 2.

Figura 50.

Diagrama de interacción para columnas de nave industrial



Nota. Diagrama de interacción obtenida para las columnas de la nave industrial

3.2.11 Diseño de vigas y viguetas

Para el ejemplo de cálculo se utilizará la viga con dimensiones de 30x40. Por medio del programa de Análisis Estructural se obtuvo las siguientes demandas:

$Mu = 6,71 \text{ ton} * m$: Demanda de momento

3.1.11.1 Comprobación de altura

La altura será comprobada con la ecuación (3-14):

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0,145 * f'c * b}} \quad (3 - 14)$$

$$d = \sqrt{\frac{6,71 * 1000 * 100}{0,145 * 210 * 30}} = 25,35 \text{ cm}$$

Teniendo en cuenta el refuerzo transversal y longitudinal que tendrá la viga esta tendría una altura mínima de 31,35 cm por lo que sí se puede establecer la viga a 40 cm de altura.

3.1.11.2 Comprobación de dimensiones

Estás comprobaciones están dadas por el ACI 318:

d) La luz libre no debe ser menor a 4 veces el peralte.

$d = 34 \text{ cm}$: Peralte de la viga

$Ln = 4,29 \text{ m}$: Luz libre

$$Ln > 4 * d$$

$$4,29 > 4 * 0,34$$

$$4,29 > 1,36$$

\therefore Sí cumple

e) El ancho debe ser al menos igual al menor de $0,3 * h$ y 250 mm

$h = 40 \text{ cm}$: Altura de la viga

$b = 30 \text{ cm}$: Luz libre

$$b > \text{menor}(0,3 * h; 250 \text{ mm}) = 12 \text{ cm}$$

$$30 \text{ cm} > 12 \text{ cm}$$

\therefore Sí cumple

f) La proyección del ancho de la viga más allá del ancho de la columna no debe exceder el $0,75 * l$

$l = 35 \text{ cm}$: Lado de la columna

$$b < l + 0,75 * l$$

$$20 \text{ cm} < 30 + 0,75 * 35 \text{ cm}$$

$$20 \text{ cm} < 56,25 \text{ cm}$$

\therefore Sí cumple

3.1.11.3 Acero Colocado

Para el acero mínimo se tiene:

$$A_{s_{min}} = \frac{14 * b * d}{f_y}$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14 * 30 * 34}{4200} = 3,4 \text{ cm}^2$$

Para el acero máximo se tiene:

$$A_{s_{max}} = 0,0025 * b * h$$

$$A_{s_{max}} = 30 \text{ cm}^2$$

Para el cálculo del acero por demanda se utilizó la siguiente ecuación:

$$k = \frac{0,85 * b * d}{f_y}$$

$$A_s = k * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\phi * k * d * f_y}} \right)$$

Debido a que la demanda es menor en la parte de debajo de la viga se colocaran 2 varillas únicamente.

Entonces el acero colocado es:

$$A_{s_{colocado}} = 6,032 \text{ cm}^2$$

Cuantía colocada:

$$\rho = \frac{A_{s_{colocado}}}{A_g} = \frac{3,079}{35 * 20} = 0,005$$

3.1.11.4 Longitud de Desarrollo, Anclaje y Empalme

3.1.11.4.1 Longitud de Desarrollo

$$ld = \frac{fy}{14 * \sqrt{f'c}} * \Phi_{lomgtudinal} \quad (3 - 21)$$

$$\Phi_{lomgtudinal} = 16mm$$

$$ld = \frac{420 MPa}{14 * \sqrt{24 MPa}} * 14 mm = 97,028 cm$$

3.1.11.4.2 Longitud de Anclaje

$$l_{ext} = 12 * \Phi_{lomgtudinal}$$

$$l_{ext} = 12 * 14 mm = 19,2 cm$$

$$ldh = \frac{fy}{5,4 * \sqrt{f'c}} * \Phi_{lomgtudinal}$$

$$ldh = \frac{420 MPa}{5,4 * \sqrt{24 MPa}} * 14 mm = 25,155 cm$$

3.1.11.4.3 Longitud de empalme

$$l_{empalme} = 1,3 * ld$$

$$l_{empalme} = 1,3 * 84,899 cm = 1,261 m$$

3.1.11.5 Diseño por cortante

El cortante estará definido por los momentos probables que generará el acero colocado de tal manera que:

$$As_1 = 6,032 cm^2$$

$$a_1 = \frac{As_1 * 1,25 * fy}{0,85 * f'c * b}$$

$$a_1 = \frac{6,032 * 1,25 * 4200}{0,85 * 210 * 30} = 5,174cm$$

$$a_2 = \frac{As_1 * 1,25 * f_y}{0,85 * f'c * b}$$

$$a_2 = \frac{6,032 * 1,25 * 4200}{0,85 * 210 * 30} = 5,174 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} = As_1 * 1,25 * f_y * \left(d - \frac{a_1}{2}\right) \quad (3 - 26)$$

$$M_{pr1} = 4,618 * 1,25 * 4200 * \left(31 - \frac{5,942}{2}\right) = 9,948 \text{ ton} * m$$

$$M_{pr2} = As_2 * 1,25 * f_y * \left(d - \frac{a_2}{2}\right) \quad (3 - 26)$$

$$M_{pr2} = 3,079 * 1,25 * 4200 * \left(31 - \frac{3,962}{2}\right) = 9,948 \text{ ton} * m$$

$$V_{probable} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{Ln}$$

$$V_{probable} = \frac{6,311 + 4,368}{4,29} = 4,974 \text{ ton}$$

La demanda por cortante obtenido del programa de análisis estructural es:

$$V_{gr} = 3,09 \text{ ton}$$

Por lo tanto, la demanda por cortante es:

$$V_u = V_{probable} + V_{gr} \quad (3 - 28)$$

$$V_u = 4,974 \text{ ton} + 3,09 \text{ ton} = 8,064 \text{ ton}$$

Se debe revisar la siguiente condición para encontrar el valor de V_c :

$$\text{Si } V_{probable} > 0,5 * V_u \text{ entonces } V_c = 0, \text{ si no } V_c = 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{probable} > 0,5 * V_u$$

$$2,489 \text{ ton} > 0,5 * 7,849 \text{ ton}$$

\therefore Se calcula V_c

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d \quad (3 - 29)$$

$$V_c = 0,53 * \sqrt{240} * 20 * 31 = 4,762 \text{ ton}$$

Se obtiene entonces la demanda que deberá soportar el acero transversal:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (3 - 30)$$

$\phi = 0,75$: Factor de reducción para demanda de cortante

$$V_s = \frac{7,849}{0,75} - 4,762 = 5,223 \text{ ton}$$

Se calculará entonces la separación requerida para los estribos con la ecuación:

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

Se definirán estribos de 10mm para el refuerzo a cortante, por lo que se tiene:

$$A_{estribo} = 0,785 \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 * 0,785 = 1,571 \text{ cm}^2 \text{ debido a que son 2 ramales}$$

Entonces la separación resulta:

$$s = \frac{1,571 * 4200 * 31}{5,223} = 36,629 \text{ cm}$$

A pesar de obtener la separación por demanda se deberá tener en cuenta las separaciones mínimas determinadas por la normativa ACI 3-18, estas separaciones se determinan a lo largo de 2 veces la altura de la viga.

$$s_{normativa} = \text{mínimo} \left(\frac{d}{4}; 6 * \phi_{longitudinal}; 200 \text{ mm} \right)$$

$$s_{normativa} = \text{mínimo} \left(\frac{31 \text{ mm}}{4}; 6 * 14 \text{ mm}; 200 \text{ mm} \right) = 7,25 \text{ cm}$$

Entonces la separación elegida a lo largo de 2h de la viga será de 7,25 cm. Para el resto de la viga se podrá colocar el doble de la separación calculada con anterioridad, por esto se tendrá una separación de 14 cm.

3.2.12 Diseño del puente grúa

Para el diseño del puente grúa monorriel se utiliza la norma española UNE 76-201-88.

Primero se debe obtener el valor de RTV, donde es la suma de las cargas del peso propio del puente, peso del carro y el peso que va a soportar, para este caso se diseña con una carga de soporte igual a 10 Ton.

$$RTV = P + Q + R \quad (3 - 71)$$

$$RTI = RTV * \text{Coeficiente de impacto} \quad (3 - 72)$$

Luego, se calcula RTI la cual se considera un coeficiente de impacto igual a 1,25, debido a que el traslado del carro es automático. Después se calcula la fuerza transversal por rueda y la fuerza transversal por viga, tomando en cuenta que se obtienen fuerzas máximas y mínimas. Además, es importante considerar los porcentajes de reducción establecidos por la norma. A través de los parámetros de la capacidad del puente grúa y la longitud total se realiza la selección del puente grúa con las siguientes características:

Tabla 52.

Características del puente grúa.

Parámetro	Valor
H1: peralte	544mm
H3: altura	150mm
L: ancho	2512 mm
W: distancia entre ejes	2100 mm
Peso propio	2288 kg

Nota: Se evidencia las dimensiones que tendrá el puente grúa. Obtenido de (Dfhoist, 2023)

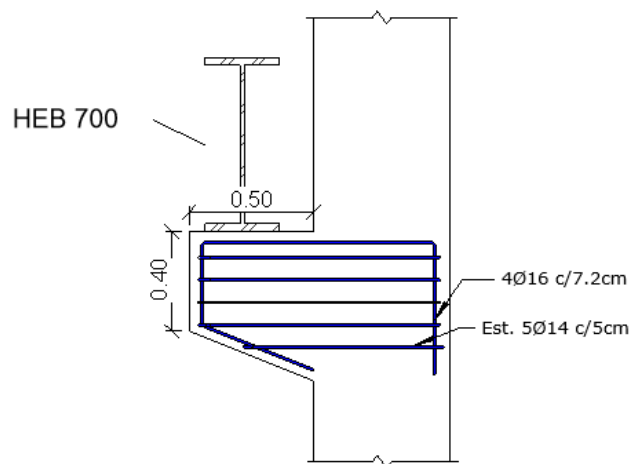
Se colocará un puente grúa monorriel

3.2.13 Diseño de ménsulas

Para este proyecto las ménsulas soportaran la carga puntual del puente grúa. Además, el diseño de las ménsulas se realiza con la normativa ACI 318-14, el cual aplica el método de punta tensor. Para este caso se aplica una resistencia a compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, la cual el acero de refuerzo resultó 5 estribos cada 7.5cm con un diámetro de 10mm y 4 varillas de 16mm de diámetro. El cálculo del diseño se detalla en el anexo 2.

Figura 51.

Diagonales elegidas para el diseño



Nota. La ilustración presenta el acero colocado en las ménsulas

3.2.14 Diseño de plintos aislados

Para el diseño de plintos aislados en oficinas y nave industrial se realiza una regulación de las dimensiones para ambos edificios. Se obtuvo una carga admisible igual a 612KPa. Luego se realiza el prediseño de la zapata cuadrada, colocando dimensiones de 1,5m para cada lado, como se puede observar en la figura 52.

Después se procede a diseñar el plinto comprobando los esfuerzos demandantes, el corte unidireccional y bidireccional es decir este último por punzonamiento y finalmente se realiza el diseño a flexión, para mayor detalle del cálculo se puede observar en el anexo 2. La ecuación que se debe cumplir en todas las comprobaciones es la siguiente:

$$\phi V_c \geq V_u$$

A su vez se debe obtener el acero de refuerzo en dirección frontal y lateral a través de la siguiente ecuación simplificada:

$$A_s = \frac{30 * Mu [Ton * m]}{d} \quad (3 - 73)$$

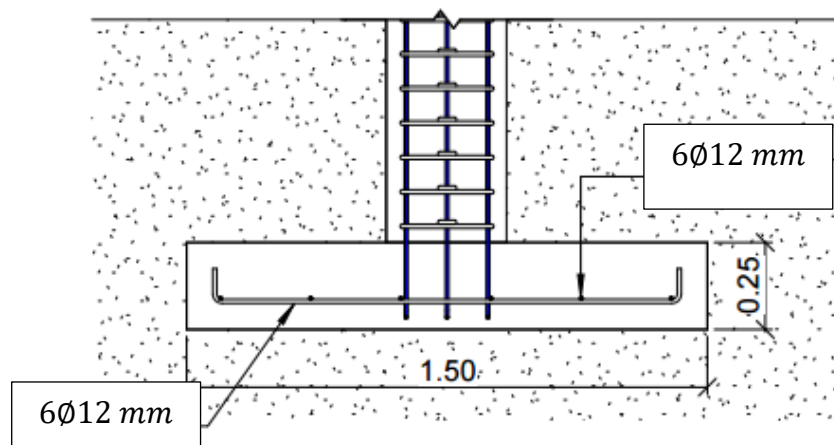
Finalmente, para verificar si necesita patas como parte del acero de refuerzo, se realiza la comprobación a través del cálculo de la longitud de desarrollo con la siguiente fórmula:

$$l_d = \frac{300 * db}{\sqrt{f'c}} \quad (3 - 74)$$

Para este caso si requiere colocar el acero de refuerzo de las zapatas con la forma de patas. En la figura 52 se puede observar el armado de los plintos aislados tanto para oficinas como para la nave industrial.

Figura 52.

Acero de refuerzo de los plintos aislados



Nota. Se ilustra el acero colocado en los plintos de ambas estructuras

3.2.15 Diseño de Placas y pernos de anclaje

Para el diseño de placas se utiliza la normativa AISC y ASI. Para la selección de placas se consideró una placa cuadrada con acero ASTM A36. Además, dado que esta operación solo se considera para las cortantes y momentos del perfil del cordón superior, obtenidos del programa SAP2000, como puede observar en la figura 53. Por otra parte, los pernos seleccionados fueron de ASTM A325 con un diámetro igual a 16mm y una cantidad total de 4 pernos en toda la placa. Para ello se realiza lo siguiente:

Se dispone de dimensiones para la placa de anclaje:

$$N = 90cm$$

$$B = 30cm$$

Se determina la excentricidad e y la excentricidad crítica

$$e = \frac{Mu}{Vu} \quad (3 - 75)$$

$$e = 41.59 \text{ cm}$$

$$\varepsilon = \frac{N}{2} - \frac{Pr}{2q_{\text{máx}}} \quad (3 - 76)$$

$$\varepsilon = 44.83 \text{ cm}$$

Para calcular la longitud de soporte:

$$Y = N - 2e \quad (3 - 77)$$

$$Y = 0.48 \text{ cm}$$

Se verifica la presión de soporte:

$$q \leq q_{\text{máx}}$$

$$q = \frac{Vu}{Y} \quad (3 - 78)$$

$$q = 0.02 \frac{\text{Ton}}{\text{cm}}$$

$$q_{\text{máx}} = f_{p\text{máx}} * B \quad (3 - 79)$$

$$f_{p\text{máx}} = \phi * 0.85 * f'c * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \quad (3 - 80)$$

$$f_{p\text{máx}} = 10.71 \text{ MPa}$$

Verificación del DCR:

$$t_p = 1,5 * m * \sqrt{\frac{f_p}{Fy}} \quad (3 - 81)$$

$$Y < m$$

Cálculo del espesor de la placa

Para ello se calcula el espesor mínimo de la placa (t_p):

$$t_p = 2,11 * \sqrt{\frac{f_{pm\acute{a}x} * Y * \left(m - \frac{Y}{2}\right)}{F_y}} \quad (3 - 82)$$

$$t_p = 22.43 \text{ mm}$$

El espesor de la placa propuesto es $t_p = 25\text{mm}$

$$\phi M_n = 0.90 * F_y * \frac{t_p^2}{4} \quad (3 - 83)$$

$$\phi M_n = 3.56 \text{ ton} * \text{m/m}$$

$$DCR = \frac{M_{pl}}{\phi M_n} \quad (3 - 84)$$

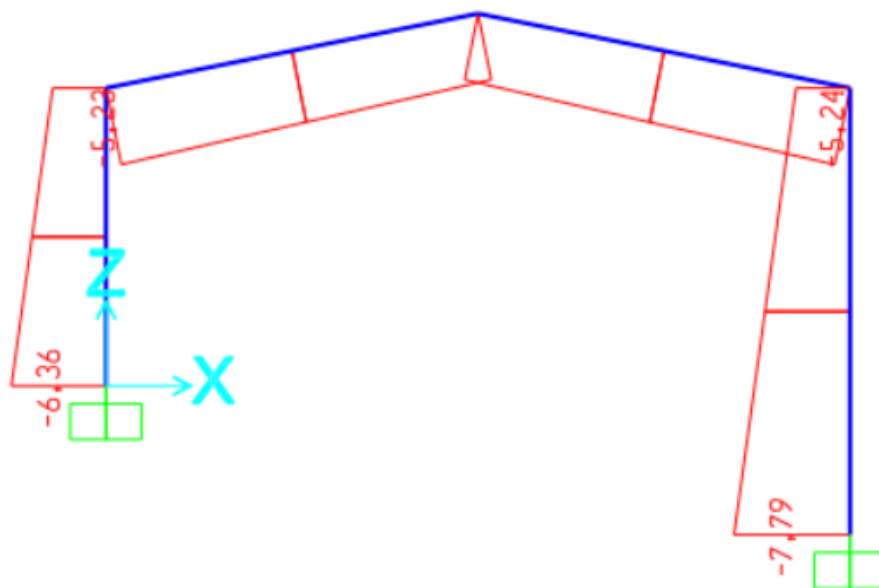
$$DCR = 0.80$$

Debido a que el DCR es menor a 1, resulta satisfactorio.

Para más detalle del cálculo se adjunta en el anexo 2.

Figura 53.

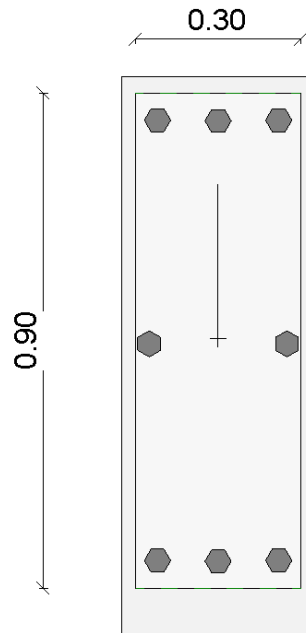
Cortantes para el diseño de placas



Nota. Cortantes de demanda utilizados para el diseño de las placas

Figura 54.

Detalle de Placas



Nota: Se presenta el detalle que tendrá la unión hormigón-acerado (placa)

3.2.16 Diseño de escaleras

Para la escalera se tienen los siguientes datos en cuanto a dimensiones:

Tabla 53.

Datos de la escalera

Dato	Dimensión
Huella	30 cm
Contrahuella	15 cm
Ancho	1,20 m
Resistencia a la compresión	210 kg/cm ²
Fluencia del acero	4200 kg/cm ²
Recubrimiento	3 cm
Sobrecarga	400 kg/m ²
Base de la cimentación	40cm

Nota: Esta tabla presenta las dimensiones que posee la escalera.

Para el tramo 1 de la escalera se tiene:

Tabla 54.

Datos tramo 1 de escalera

Dato	Dimensión
Descanso	1,2 m
Número de pasos	12
Luz libre del tramo	4,40 m
Base de apoyo	25 cm

Nota: Se evidencia las dimensiones que poseerán los elementos del tramo 1.

Para el tramo 2 de la escalera se tiene:

Tabla 55. Datos tramo 2 de escalera

Dato	Dimensión
Descanso	1,17 m
Número de pasos	5
Luz libre del tramo	3,87 m
Base de apoyo	25 cm

Nota: Se evidencia las dimensiones que poseerán los elementos del tramo 1.

3.2.16.1 Dimensionamiento de escalera

Los espesores de la escalera se obtendrán del promedio entre:

$$t_1 = \frac{Ln}{20} \quad (3 - 85)$$

$$t_2 = \frac{Ln}{25} \quad (3 - 86)$$

Donde Ln es la luz libre del tramo. De esta manera se obtuvo que los espesores de la escalera son:

$$t_1 = 20 \text{ cm}$$

$$t_2 = 20 \text{ cm}$$

Luego se calcula la altura media de la escalera, por geometría se obtendrá que:

$$\cos(\theta) = \frac{huella}{\sqrt{huella^2 + contrahuella^2}} \quad (3 - 87)$$

$$\cos(\theta) = 0,894$$

$$Hm = \frac{t_1}{\cos(\theta)} + \frac{\text{contrahuella}}{2} \quad (3 - 88)$$

$$Hm = 29,86 \text{ cm}$$

3.2.16.2 Determinación de Cargas

Las cargas muertas dependerán del peso unitario del hormigón, en tanto que la carga viva la carga sobre impuesta, las siguientes tablas reflejan un resumen de las cargas en los 2 tramos de la escalera:

Tabla 56.

Cargas tramo 1 de escalera

Dato	Dimensión
Cargas en la garganta	
Carga muerta	0,86 ton/m
Carga viva	0,48 ton/m
Carga diseño	1,8 ton/m
Cargas en el Descanso	
Carga muerta	0,58 ton/m
Carga viva	0,48 ton/m
Carga diseño	1,46 ton/m

Nota: Cargas impuestas en el tramo 1 de la escalera

Tabla 57.

Cargas tramo 2 de escalera

Dato	Dimensión
Cargas en la garganta	
Carga muerta	0,86 ton/m
Carga viva	0,48 ton/m
Carga diseño	1,8 ton/m
Cargas en el Descanso	
Carga muerta	0,56 ton/m
Carga viva	0,47 ton/m
Carga diseño	1,42 ton/m

Nota: Cargas impuestas en el tramo 2 de la escalera

3.2.16.3 Demandas de la escalera

A través de un software de análisis estructural se idealiza a la escalera como una viga simplemente apoyada, y se obtiene así las demandas de esta:

Tabla 58.

Demandas tramo 1 escalera

Demanda	Valor
Momento de Diseño	3,80 ton*m
Cortante	3,49 ton

Nota: Demandas de Momento y Cortante obtenidas em el tramo 1 de la escalera.

Tabla 59.

Demandas tramo 2 escalera

Demanda	Valor
Momento de Diseño	3,21 ton*m
Cortante	3,29 ton

Nota: Demandas de Momento y Cortante obtenidas em el tramo 2 de la escalera.

3.2.16.4 Verificación del cortante

Debido a la geometría de la viga se obtendrá el cortante de diseño de manera que:

$$V_{ud} = R_{1y} - Q_{muerta} * \left(\frac{Ac}{2} + d \right) \quad (3 - 89)$$

$$V_{ud} = 2,84 \text{ ton}$$

$$V'_{ud} = V_{ud} * \cos(\theta) \quad (3 - 90)$$

$$V'_{ud} = 2,53 \text{ ton}$$

$$V_n = \frac{V'_{ud}}{\phi} = 3,37 \text{ ton}$$

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d \quad (3 - 29)$$

$$V_c = 15,67 \text{ ton}$$

$$\text{Dado que } V_c > V_n$$

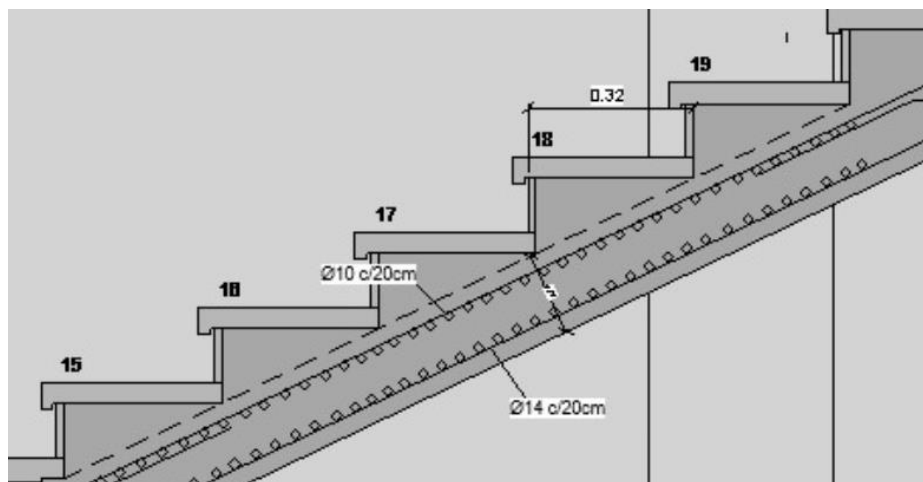
∴ *Cumple*

3.2.16.5 Detalle de Acero

El acero positivo de los tramos se calcula a través de la demanda de momento, en tanto que el acero negativo se coloca lo mínimo requerido de igual manera que en el acero por retracción, para el armado se tiene los siguientes detalles:

Figura 55.

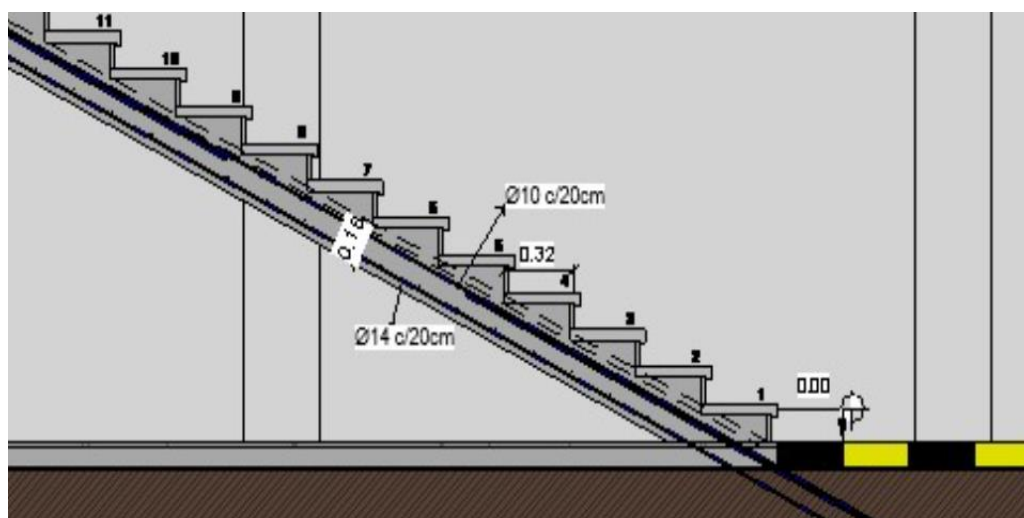
Acero de refuerzo de escaleras – Tramo 2



Nota. Detalle del refuerzo de acero de las escaleras en el tramo 2.

Figura 56.

Acero de refuerzo de escaleras – Tramo 1



Nota. Detalle del acero de refuerzo del tramo 1

3.3 Especificaciones técnicas

La recopilación de todas las especificaciones técnicas se encuentra en el anexo 4.

Capítulo 4

4. Estudio del Impacto Ambiental

4.1 Descripción del proyecto

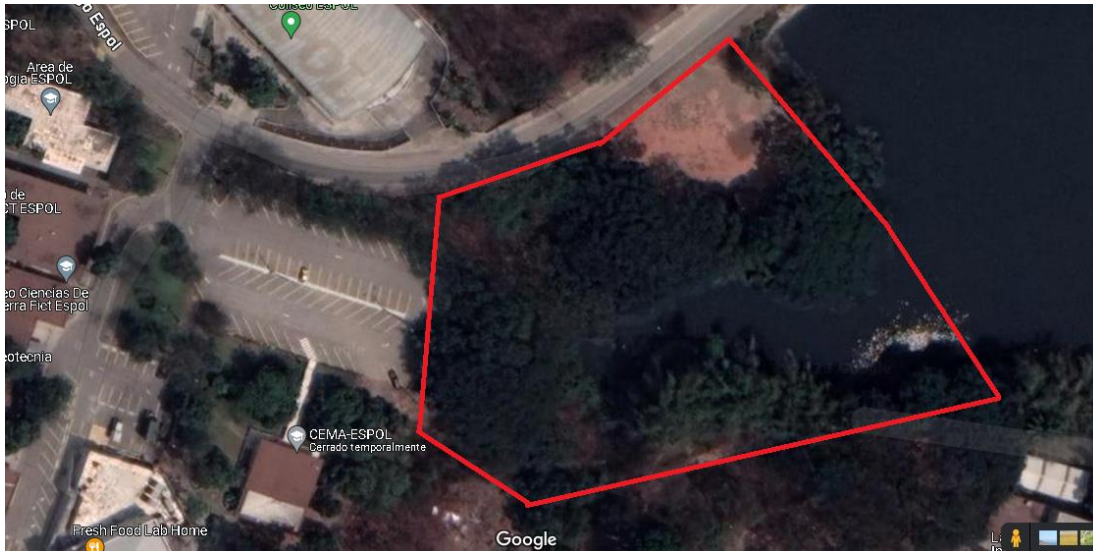
El presente proyecto tiene como principales referencias los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), números 4 (Educación de Calidad) y 9 (Industria, Innovación e infraestructura). El principal objetivo del proyecto es aumentar las habilidades enfocadas en los ejes educativos presentes en el laboratorio, que desarrollarán los estudiantes de Ingeniería Civil a lo largo de su carrera, esto cumpliría con el ODS 4, aumentando considerablemente la calidad en la educación brindada en la ESPOL. De igual manera, se busca que el laboratorio desempeñe un papel importante en el desarrollo del sector constructivo en el país, teniendo como una de las prioridades la elaboración de proyectos innovadores y sostenibles, cumpliendo de esta manera el ODS 9.

El estudio del impacto ambiental será desarrollado en el terreno de implantación del proyecto y sus alrededores, este se encuentra ubicado en el bosque protector “Prosperina”. El impacto ambiental será analizado a través de la matriz de Leopold, el procedimiento de análisis de esta metodología será detallado en los siguientes apartados. El análisis estará enfocado en las actividades que se realizarán a lo largo de la vida útil del proyecto, desde la obtención de la materia prima para la elaboración de los elementos estructurales hasta el abandono definitivo del proyecto, de esta manera, se determinarán los riesgos ambientales que estas puedan generar de manera que puedan ser medidos y analizados de manera oportuna, para posteriormente presentar métodos de mitigación eficaces para las actividades con mayor impacto.

La Figura 57 ilustra el área de interés para el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), se tomaron en cuenta áreas verdes de alrededor de 100 metros a la redonda del terreno de implantación, incluyendo también parte del lago de ESPOL.

Figura 57.

Área de interés para EIA



Notas. Representación del Área que se utilizará para la Evaluación del Impacto Ambiental

4.2 Línea base ambiental

El bosque protector ‘Prosperina’ tiene como objetivo principal cuidar la biodiversidad y a su vez promover la investigación y educación ambiental. Dentro de la zona de estudio, se encuentra cerca de un ramal del lago campus Gustavo Galindo, lo cual, según estudios realizados a esta zona acuática, presenta un PH, conductividad y turbidez aptos para la preservación de la flora y fauna del lugar, debido a que cumplen con los criterios admisibles establecidos por la TULSMA. Sin embargo, respecto a la calidad del agua se considera escasa en nutrientes por el nivel bajo de fitoplancton (Chávez Melgar & Ramírez Layana, 2022).

Por otra parte, las propiedades del suelo son en general un terreno rocoso con una macrorelieve caracterizada por ser una zona montañosa. para este componente se debe evitar los deslizamientos y tener un control de la erosión. Por otra parte, presenta una flora y fauna propias de la zona costera del Ecuador. Además, es un área poblada por arbustos de gran tamaño, se hallan árboles ornamentales como el bálsamo. Seguidamente existen diversos tipos de aves, insectos y reptiles (Luna Cabrera & Méndez Herrera, 2017).

El sitio se caracteriza por ser un bosque seco tropical con precipitaciones entre 500 a 700mm con temperaturas entre 24 a 26 °C. Presenta un clima variado por la influencia de las corrientes marinas. Actualmente la calidad del aire de la zona es afectada por tener a sus alrededores la circulación de vehículos que producen una cantidad considerable de dióxido de carbono e influye a la huella de calor (Aguas, 2015).

Estos hallazgos permiten ajustar la línea de base ambiental conforme a lo que hay en el presente proyecto, lo cual da la guía necesaria para las futuras actividades.

4.3 Actividades del proyecto

Las actividades que se realizarán dentro del proyecto de Diseño Estructural del laboratorio multidisciplinar se detallan la tabla 60, en esta se detallan las actividades que causarán un mayor impacto ambiental durante su ejecución, estas están divididas según la fase de construcción en la que se esté y la labor a realizarse.

Tabla 60.

Actividades del Proyecto

Fase	Labor	Acción	
Preparación de Terreno		Extracción de Capa Vegetal	
		Transporte de material de relleno	
		Compactación del suelo	
		Transporte de maquinaria pesada	
		Marcación del sitio	
		Hormigón	Acero
Adquisición de materia prima		Elaboración del cemento	Fundición del acero estructural
		Obtención de agregados	
Construcción	Obra gris	Encofrados	Transporte de perfiles
		Mezclado	Corte y dimensionamiento de perfiles
		Transporte	Soldadura y uniones de perfiles
		Colocación	
	Curado		
	Acabados	Recubrimientos para mampostería/pintura	Recubrimiento con pintura antioxidante

Operación	Fase arquitectónica	Instalación de paredes interiores y exteriores, acabados, pintura, etc.	
		Instalación de sistemas eléctricos: iluminación, tomas corrientes, panel de control	
	Ocupación	Movimiento y almacenaje de herramientas, maquinarias y equipos varios.	
	Uso diario		Instalación de personal de oficina
			Producción de Aguas Residuales
			Generación de Ruido
		Generación de Escombros	
		Gasto de Energía Eléctrica	
Abandono	Almacenaje	Recolección de equipo sobrante para colocar en bodega y posterior uso	
	Disposición de materiales	Desalojo y recolección de escombros para desecho.	


Nota: La tabla presenta las actividades desarrolladas a lo largo de la vida útil del proyecto.

4.4 Identificación de impactos ambientales

Como lo antes mencionado el método para la evaluación del impacto ambiental será el de la matriz de Leopold, esta metodología consta de una tabla en cuyas filas se enlistan los elementos que serán afectadas por las actividades realizadas a lo largo del proyecto, estas acciones deben ser tabuladas en la columna de la matriz (Castillo & Peñaloza, 2022).

Tabla 61.

Formato de Matriz de Leopold

	Acciones
Elementos ambientales	Magnitud
	
	Importancia

Nota: Se presenta la forma que tiene los elementos de la matriz de Leopold, obtenido de Castillo & Peñaloza, 2022.

La evaluación se realiza a través de 2 parámetros, la magnitud y la importancia. La magnitud se presenta en una escala del 1 al 10 según el grado de afectación ambiental, y de signo positivo o negativo dependiendo del tipo de afectación que se tenga. De igual manera, la importancia depende del peso relativo que tengan los criterios de evaluación según el elemento estudiado, la manera de evaluar la importancia es: Extensión (E), Duración (D) y Reversibilidad (R).

Como medición a la calificación cualitativa, se hizo uso de una calificación cuantitativa para cada aspecto:

Tabla 62.

Escala de valoración cuantitativa

Característica	Puntaje				
	1.00	2.50	5.00	7.50	10.00
Extensión	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	
Reversibilidad	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente Irreversible	Medianamente Irreversible	Completamente irreversible
Magnitud	Poca incidencia		Mediana Incidencia	Alta incidencia	

Nota: Esta tabla presenta la valoración cuantitativa que se le dará a las actividades para la obtención de la magnitud de esta.

Para la evaluación cuantitativa de la importancia, los factores y el peso asignado están determinados por la tabla 63.

Tabla 63*Pesos para la evaluación de la importancia*

Características	Nomenclatura	Peso
Extensión	E	0.40
Duración	D	0.35
Reversibilidad	R	0.25
TOTAL		1.00

Nota: Pesos que evalúan la Importancia de la actividad perteneciente al proyecto.

La calificación total correspondiente estará definida a través de la siguiente ecuación:

$$I = W_e * E + W_D * D + W_R * R \quad (4 - 91)$$

Tabla 64.

Identificación de Impacto Ambiental del Hormigón Armado

1. ACCIONES QUE PODRÍAN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

2. ELEMENTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER SUSCEPTIBLES A ALTERARSE	Preparación del terreno					Adquisición de materia prima		Construcción					Operación						Abandono		Impactos					
	Extracción de capa vegetal	Transporte de material de relleno	Compactación del suelo	Transporte de maquinaria pesada	Maicación del sitio	Elaboración del cemento	Obtención de agregados	Obra gris		Acabados	Fase arquitectónica		Ocupación		Uso diario		Almacenaje	Disposición de materiales	+	-	Total					
								Encofrados	Mezclado		Transporte	Colocación	Curado	Recubrimientos para mampostería/pintura	Instalación de paredes interiores y exteriores, acabados, pintura, etc.	Movimiento y almacenaje de herramientas, maquinarias y equipos varios.						Instalación de personal de oficina	Producción de Aguas Residuales	Generación de Ruido	Generación de Escombros	Gasto de Energía Eléctrica
Flora	-10,0 8,5	/	/	/	-5,0 3,125	-5,0 4	-5,0 3,125	-10 5	/	-5,0 2,525	-1,0 2,525	-1,0 3,225	-1,0 5,5	-1,0 5,5	-5,0 5,758	/	-7,5 3,375	-2,5 4,625	-5,0 1,9	-5,0 1,9	0	15	15			
Fauna	-7,5 8	-5,0 3,125	-5,0 2,125	-1,0 3,125	-1,0 5	-2,5 4	-2,5 4	-1,0 6,5	-1,0 2,125	-1,0 4	-1,0 2,125	-5,0 4,125	-5,0 2,125	-2,5 4,625	-1,0 5,625	-7,5 6,25	-10,0 6,875	-5,0 3,375	-7,5 3,375	-2,5 2,125	-2,5 2,125	0	21	21		
Clima	-10 9	-7,5 5,875	-6 3,5	-2,5 5,875	/	-7,5 3,125	-7,5 3,125	-7,5 5,875	-2,5 2,5	-7,5 4,125	/	-5 4,63	-7,5 5,875	-7,5 3,5	-5 5,875	/	/	-7,5 6,875	/	/	0	12	12			
Recursos hídricos	-5 8	/	-5 3,5	/	/	-2,50 5,625	-5 3,5	-5 3,5	-7,5 5,75	/	-7,5 5,75	-7,5 3,5	-7,5 3,5	-7,5 3,5	-10 7,5	/	/	-7,5 6,875	/	/	0	11	11			
Geología	-10 9	-10 9	-10 8,125	-5 3,5	-5 4,375	-7,5 7,5	-7,5 7,5	-5,00 4,375	-7,5 5	-5 3,5	-2,5 4,375	-2,5 4,375	-5 4,375	-7,5 5	/	/	-7,5 6	/	/	0	15	15				
Empleo	7,5 4,125	7,5 4,125	7,5 4,125	7,5 4,125	7,5 4,125	10 4,125	10 4,125	10 4,125	10 4,125	10 4,125	10 4,125	10 4,125	10 4,125	10 4,125	10 4,125	10 4,125	5 4,125	6 4,125	7,5 4,125	7,5 3,375	19	0	19			
IMPACTOS	Positivos (+)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	19	74	93		
	Negativos (-)	5	3	4	3	3	5	4	5	4	3	3	5	5	4	2	0	4	1	3	4	2	2	74		
	Total	6	4	5	4	4	6	5	6	5	4	4	6	6	5	3	0	5	1	4	4	3	3	93		

Nota: Esta tabla presenta la matriz de Leopold realizada en cuanto al uso del hormigón armado.

4.5 Valoración de impactos ambientales

Luego de que se estime la magnitud y la importancia de las actividades, se deberá utilizar la siguiente ecuación para obtener el grado de impacto ambiental (Castillo & Peñaloza, 2022):

$$IA = \pm\sqrt{Importancia * |Magnitud|} \quad (4 - 81)$$

Luego de obtenido el grado de impacto ambiental este puede ser clasificado a través de la siguiente tabla:

Tabla 66.

Escala de valoración cualitativa

Calificación del Impacto Ambiental	Valor del índice de Impacto Ambiental (IA)
Altamente significativo	$ IA \geq 6,50$
Significativo	$6,50 > IA \geq 4,50$
Despreciable	$ IA < 4,50$
Benéfico	$IA > 0$

Nota: Esta tabla presenta la evaluación realizada del índice de impacto ambiental de manera cualitativa

Por medio de una matriz de calor, representadas en la tabla 67 y 68, se resaltarán los impactos más significativos que tendrán las actividades a realizar por cada elemento, de color verde se presentarán los impactos positivos y de color rojo los impactos negativos.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Las medidas de mitigación o prevención consisten en acciones que reduzcan el impacto ambiental que generará el desarrollo del proyecto, según lo demostrado las actividades que tendrán mayor impacto son la extracción de la capa vegetal del terreno de fundación y la afección que tendrá la geología del suelo a través del tiempo de vida de la edificación. Por esto

se tienen en el siguiente apartado medidas de mitigación para estas actividades con sus respectivos resultados esperados.

4.6.1 Medidas de Mitigación para elementos y actividades con mayor impacto

Como se menciona anteriormente, la actividad con mayor impacto es la extracción de la capa vegetal, en tanto que el elemento más afectado es la geología de la zona por lo que se implementarán las siguientes medidas de mitigación:

4.6.1.1 Medidas de mitigación para la extracción de la capa vegetal

- **Reforestación:** La reforestación ayudará a regenerar el hábitat y capturar carbono, debido a que el área que se utilizará para la implementación del proyecto no será adecuada para plantar la misma cantidad de árboles talados se buscarán áreas idóneas para plantar la misma cantidad de estos o a su vez se buscará plantar árboles que aporten el mismo beneficio, pero en menor número.
- **Tala selectiva:** Se buscará talar únicamente los árboles necesarios para la elaboración del proyecto, se dejará árboles de tal manera que puedan ser utilizados como ornamentación o sombra para un futuro en el laboratorio.
- **Eficiencia:** Optimizar el uso de la madera extraída, empleando tecnologías y procesos que generen menos desperdicios.

4.6.1.2 Medidas de mitigación para la conservación del suelo

- **Planificación adecuada del movimiento de tierras:** Realizar un mapeo cuidadoso de los suelos y planear de manera estratégica dónde y cómo remover/reubicar tierra para minimizar la erosión.

- **Control de la erosión:** Implementar técnicas efectivas de control de erosión como plantar vegetación, utilizar barreras físicas, cubrir con mantillo las áreas de suelo expuesto.
- **Manejo de materiales y desperdicios:** Establecer un plan para el manejo y disposición adecuada de materiales, sedimentos y desperdicios de la construcción para que no dañen el suelo.
- **Compactación mínima de suelos:** Usar equipos más ligeros, no permitir tráfico de maquinaria fuera de las áreas designadas, para evitar la compactación excesiva de los suelos.
- **Restauración:** Una vez que la obra o proyecto haya terminado, restaurar inmediatamente las áreas de suelo removido con prácticas de revegetación, materia orgánica y otras que faciliten su recuperación.
- **Monitoreo:** Establecer controles y monitoreos ambientales periódicos para asegurar el cumplimiento de estas y otras medidas, detectando y corrigiendo problemas potenciales.

4.6.1.3 Medidas de mitigación para la conservación de la flora y fauna

- **Barreras antirruído o paredes sónicas:** sirve para atenuar los ruidos producidos por las máquinas durante la construcción (S.A., 2013).
- **Señalización:** se debe colocar pictogramas o señaléticas de información, prevención y prohibición para la conservación de la flora y fauna del lugar, la cual deben ser colocadas en distintas zonas de la construcción (Ruiz, 2011).

4.6.1.4 Medidas de mitigación para el control de recursos hídricos:

Canal de derivación: Construcciones hidráulicas que sirven para la gestión de inundaciones. Para este caso se puede usar bajantes, terreno con inclinación, conductos de desviación, drenajes pluviales y el trazado de tuberías que prevengan la interferencia en zonas vulnerables.

Tabla 67

Valoración del Impacto Ambiental del Hormigón Armado

1. ACCIONES QUE PUEDEN GENERAR IMPACTOS AMBIENTALES

2. ELEMENTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER SUSCEPTIBLES A ALTERARSE	Preparación del terreno					Adquisición de materia prima		Construcción					Operación					Abandono		Impactos						
	Extracción de capa vegetal	Transporte de material de relleno	Compactación del suelo	Transporte de maquinaria pesada	Marcaación del sitio	Elaboración del cemento	Obtención de agregados	Obra gris					Acabados	Fase arquitectónica		Ocupación		Uso diario					Almacenaje	Disposición de materiales		
								Encofrados	Mezclado	Transporte	Colocación	Curado		Recubrimientos para mampostería/pintura	Instalación de paredes interiores y exteriores, acabados, pintura, etc.	Movimiento y almacenaje de herramientas, maquinarias y equipos varios.	Instalación de personal de oficina	Producción de Aguas Residuales	Generación de Ruido	Generación de Escombros	Gasto de Energía Eléctrica	Recolección de equipo sobrante para colocar en bodega y posterior uso			Desalojo y recolección de escombros para de secho.	
	+	-	Total																							
Flora	-9,2	0,0	0,0	0,0	-4,0	-4,5	-4,0	-7,1	0,0	0,0	-3,6	-1,6	-1,8	-2,3	-2,3	0,0	-5,4	0,0	-5,0	-3,4	-3,1	-3,1	0,0	-60,3	-60,3	
Fauna	-7,7	-4,0	-3,3	-1,8	-2,2	-3,2	-3,2	-2,5	-1,5	-2,0	-1,5	-4,5	-3,3	-3,4	-2,4	0,0	-6,8	-8,3	-4,1	-5,0	-2,3	-2,3	0,0	-75,2	-75,2	
Clima	-9,5	-6,6	-4,6	-3,8	0,0	-4,8	0,0	-6,6	-2,5	-5,6	0,0	-4,8	-6,6	0,0	0,0	0,0	-5,4	0,0	0,0	-7,2	0,0	0,0	0,0	-68,1	-68,1	
Recursos hídricos	-6,3	0,0	-4,2	0,0	0,0	-3,8	-4,2	-4,2	-6,6	0,0	0,0	-6,6	-5,1	-5,1	0,0	0,0	-8,7	0,0	0,0	-7,2	0,0	0,0	0,0	-61,8	-61,8	
Geología	-9,5	-9,5	-9,0	-4,2	-4,68	-7,50	-7,50	-4,7	-6,1	-4,2	-3,3	-3,3	-4,7	-6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-91,0	-91,0	
Empleo	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	0,0	6,4	0,0	4,5	0,0	5,6	5,0	113,6	0,0	113,59	
IMPACTOS	Positivos (+)	5,6	5,6	5,6	5,6	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	0,0	6,4	0,0	4,5	0,0	5,6	5,0	113,6	-356	-242,8	
	Negativos (-)	-42,3	-20,1	-21,0	-9,8	-10,9	-23,7	-18,8	-25,1	-16,6	-11,7	-8,3	-20,8	-21,5	-17,0	-4,7	0,0	-26,3	-8,3	-15,8	-22,8	-5,4	-5,4	-356		
	Total	-36,70	-14,5	-15,5	-4,2	-5,3	-17,3	-12,4	-18,7	-10,2	-5,3	-1,9	-14,4	-15,1	-10,6	1,71	0,00	-19,9	-8,3	-11,3	-22,79	0,18	-0,4	-243		Totales

Nota: Matriz de calor que clasifica el impacto generado en los elementos ambientales generado por las actividades dónde se utiliza hormigón.

Tabla 68.

Valoración del Impacto Ambiental del Acero Estructural

1. ACCIONES QUE PUEDEN GENERAR IMPACTOS AMBIENTALES

2. ELEMENTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER SUSCEPTIBLES A ALTERARSE	Preparación del terreno					Adquisición de materia prima	Construcción					Operación						Abandono		Impactos				
	Extracción de capa vegetal	Transporte de material de relleno	Compactación del suelo	Transporte de maquinaria pesada	Marcación del sitio		Fundición del acero estructural	Obra gris			Acabados	Fase arquitectónica		Ocupación		Uso diario		Almacenaje	Disposición de					
						Transporte de perfiles		Corte y dimensionamiento de perfiles	Soldadura y uniones de perfiles	Recubrimiento con pintura antioxidante	Recubrimiento con pintura antioxidante	Instalación de paredes interiores y exteriores, acabados, pintura, etc.	Movimiento y almacenaje de herramientas, maquinarias y equipos varios.	Instalación de personal de oficina	Producción de Aguas Residuales	Generación de Ruido	Generación de Escombros	Gasto de Energía Eléctrica	Recolección de equipo sobrante para colocar en bodega y posterior uso	Desalojo y recolección de escombros para desecho.	+	-	Total	
Flora	-9,2	0,0	0,0	0,0	-4,0	-2,8	-1,6	-3,3	-4,7	-4,7	-2,3	-2,3	-2,3	0,0	-5,4	0,0	-5,0	-3,4	-3,1	-3,1	0,0	-38,5	-38,46	
Fauna	-7,7	-4,0	-3,3	-1,8	-2,2	-4,0	-2,5	-3,3	-2,1	-2,1	-3,4	-3,4	-2,4	0,0	-6,8	-8,3	-4,1	-5,0	-2,3	-2,3	0,0	-49,7	-49,71	
Clima	-9,5	-6,6	-4,6	-3,8	0,0	-5,6	-5,5	-6,7	-7,5	-7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-5,4	0,0	0,0	-7,2	0,0	0,0	0,0	-31,9	-31,89	
Recursos hídricos	-6,3	0,0	-4,2	0,0	0,0	-4,0	0,0	0,0	-5,7	-5,7	-5,1	-5,1	0,0	0,0	-8,7	0,0	0,0	-7,2	0,0	0,0	0,0	-40,1	-40,13	
Geología	-9,5	-9,5	-9,0	-4,2	-4,68	-4,8	-7,0	-5,8	-7,0	-7,0	-6,1	-6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-51,3	-51,3	
Empleo	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,3	6,1	6,1	5,3	5,3	6,4	6,4	6,4	0,0	6,4	0,0	4,5	0,0	5,6	5,0	119,3	0,0	119,3	
IMPACTOS	Positivos (+)	5,6	5,6	5,6	5,6	5,3	6,1	6,1	5,3	5,3	6,4	6,4	6,4	0,0	6,4	0,0	4,5	0,0	5,6	5,0	108	-211,5	-92,19	
	Negativos (-)	-42,3	-20,1	-21,0	-9,8	-10,9	-5,1	0,0	-1,5	-5,7	0,2	10,3	-17,0	-4,7	0,0	-26,3	-8,3	-15,8	-22,8	-5,4	-5,4	-211		
	Total	-36,70	-14,52	-15,48	-4,22	-5,30	0,20	6,14	4,67	-0,37	5,51	16,68	-10,57	1,7	0,0	-19,87	-8,29	-11,31	-22,79	0,2	-0,36	-115	Totales	

Nota: Matriz de calor que clasifica el impacto generado en los elementos ambientales generado por las actividades dónde se utiliza acero estructural.

Capítulo 5

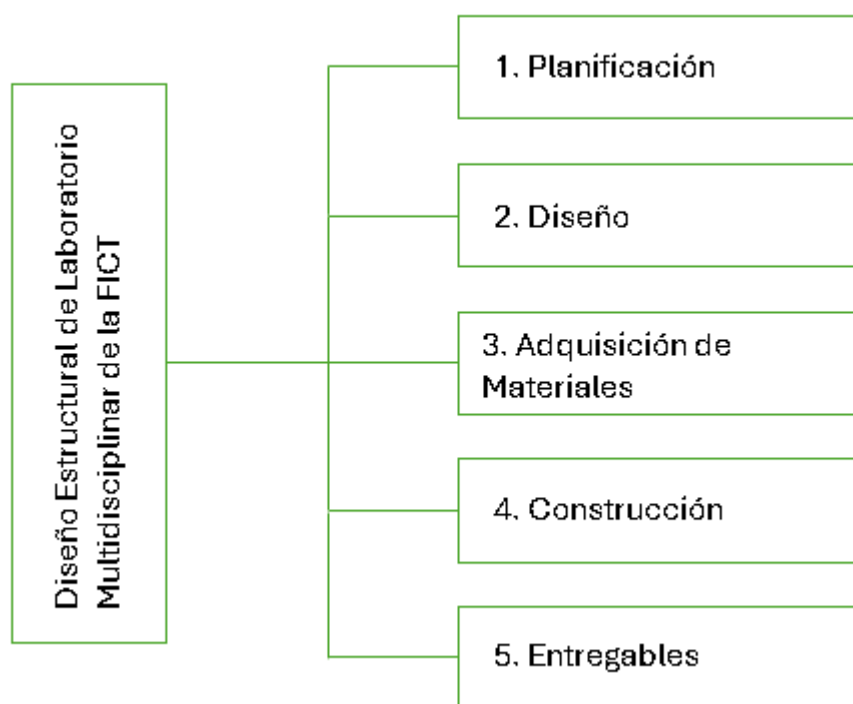
5. Presupuesto

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

Para la planificación del Laboratorio Multidisciplinar de la FICT se espera que la estructura desglosada de trabajo cumpla con las siguientes etapas:

Figura 58.

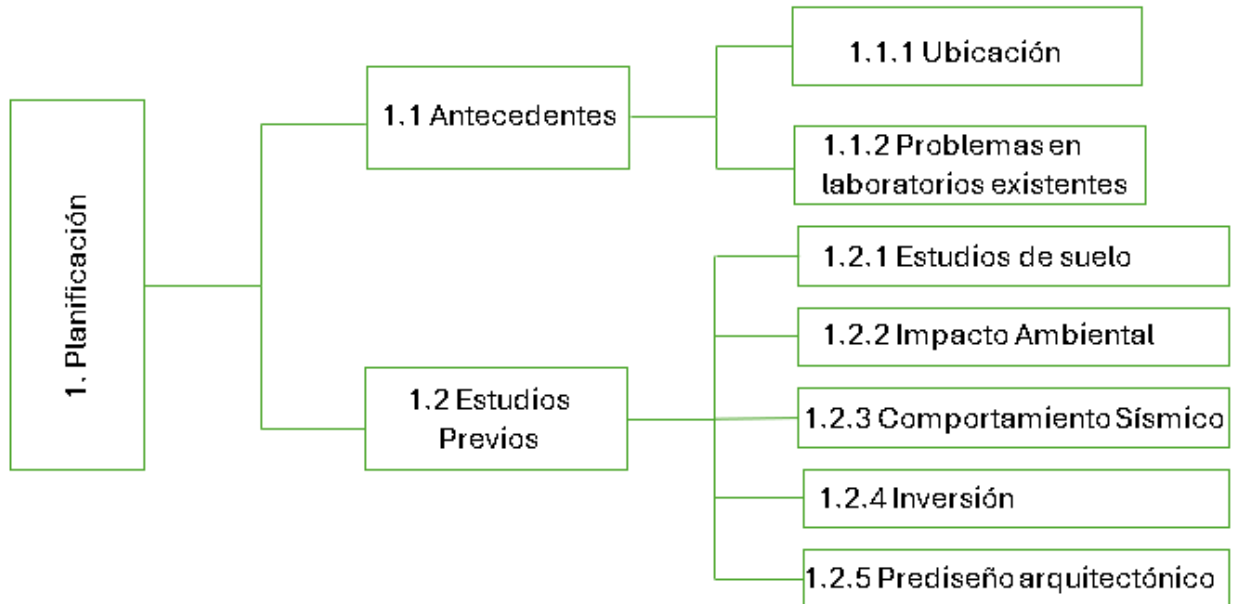
Estructura de desglose de trabajo



Nota: Se detallarán las actividades desarrolladas en cada etapa del proyecto:

En la planificación entre las actividades relacionadas al análisis inicial del proyecto actividades que beneficiarán a la evaluación de distintos aspectos importantes para el desarrollo de este.

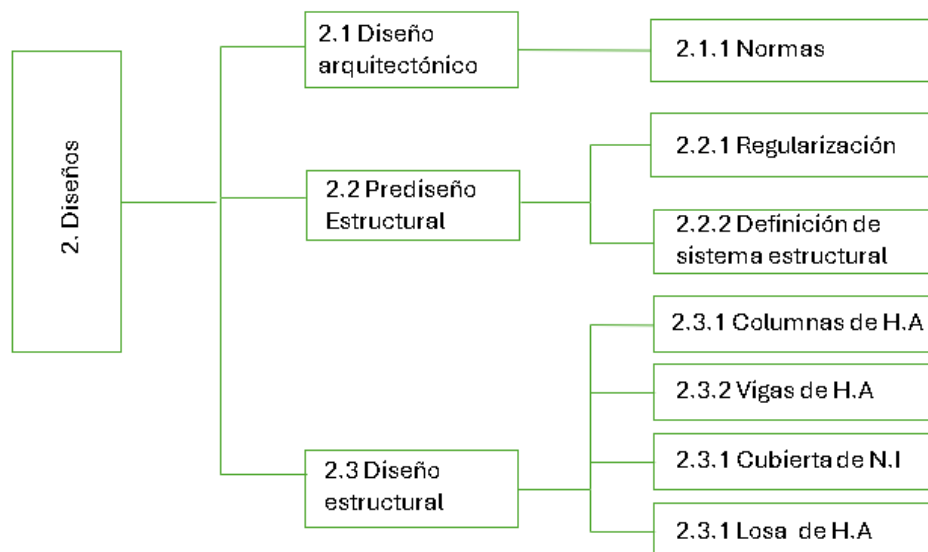
Figura 59.
Desglose de Planificación



Nota: Se presenta el desglose de planificación.

En la etapa de diseño se tienen actividades que reflejen el desarrollo ingenieril del proyecto en base al diseño arquitectónico previamente elaborado.

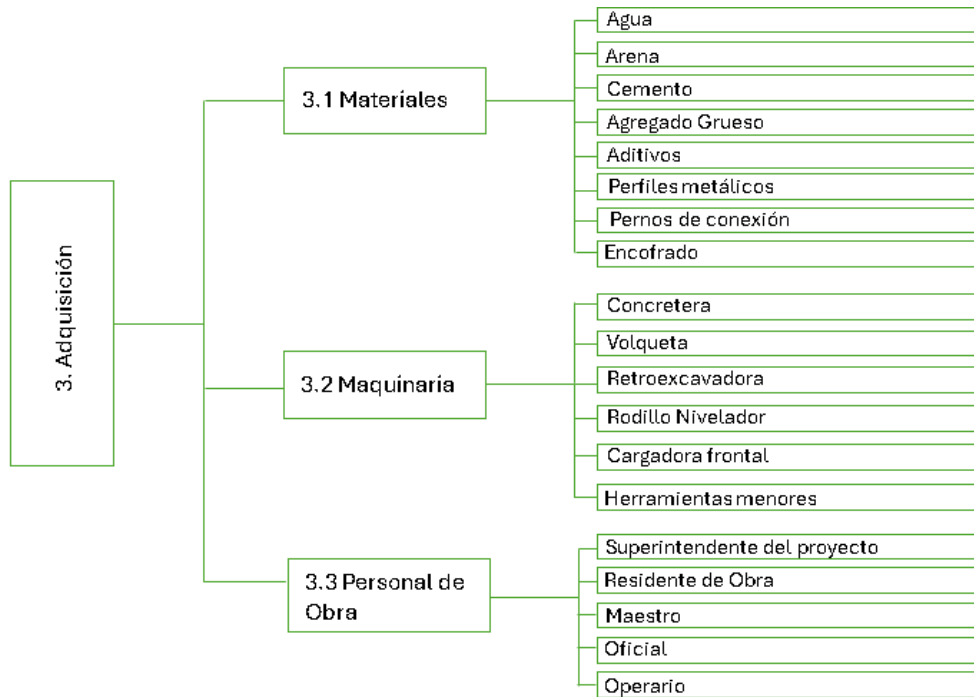
Figura 60.
Desglose de Diseño



Nota: Se ilustra las actividades que se desarrollarán en la etapa de diseño

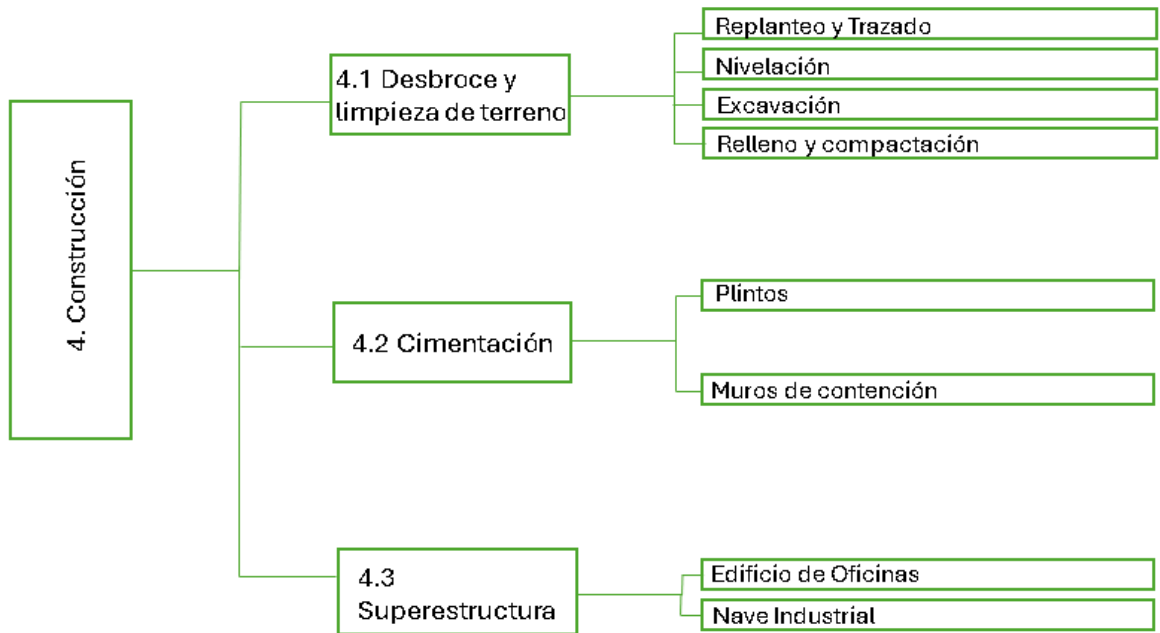
Luego del diseño se deberá realizar el análisis de precios unitarios y el presupuesto para la correspondiente materialización de la obra.

Figura 61.
Desglose de Adquisición



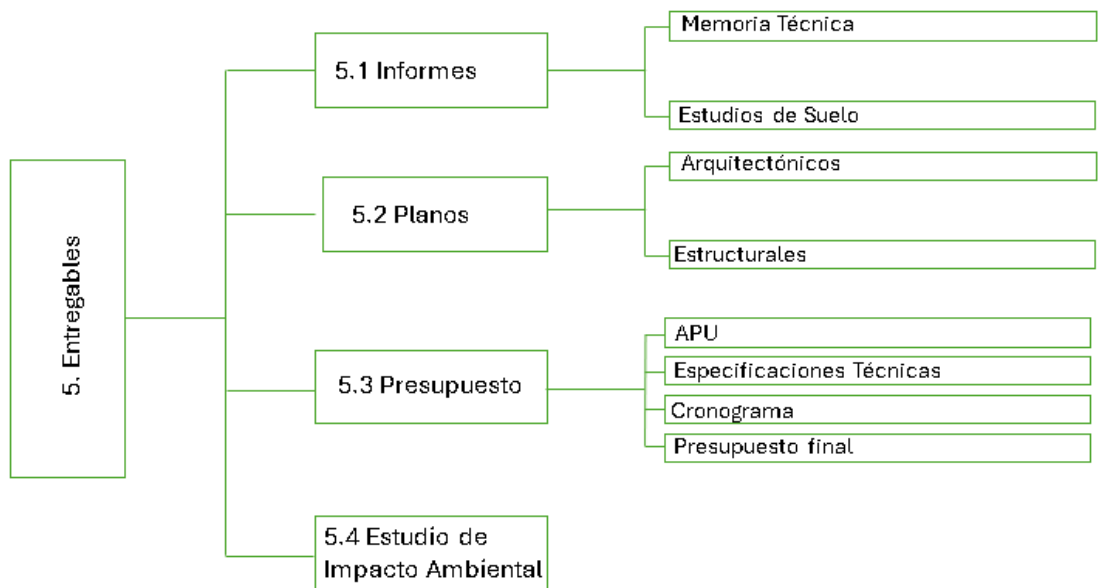
En la etapa se llevará lo elaborado en planos a la realidad, para esto se debía tener cuantificado los materiales y todos los aspectos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Figura 62.
Desglose de Construcción



Para finalizar, en la última etapa se deberán entregar todos los documentos necesarios para su desarrollo y tener constancia de que esté obedece la normativa.

Figura 63.
Desglose de Entregables



Nota: Se ilustra las actividades que se desarrollarán en la etapa de entregables.

5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

El análisis de precios unitarios de cada uno de los rubros se encuentra en la sección de Anexos.

Tabla 69.

Rubros definidos para la parte estructural del proyecto con su respectivo precio unitario

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
ACTIVIDADES PRELIMINARES			
COD	Estructuras temporales		
E1	Instalación de Barreras Acústicas	m	\$7,98
E2	Oficinas y bodega temporales	UNIDAD	\$90,84
Topografía y Trazado			
E3	Desbroce y limpieza del terreno, incluye reforestación	m2.	\$1,77
E4	Trazado y replaneto de obra	m2.	\$2,56
E5	Nivelacion topografica	m2.	\$3,29
Preparación de Terreno			
E6	Excavacion en roca y desalojo de material	m3.	\$9,12
E7	Relleno compactado con material propio	m3.	\$8,60
E8	Relleno compactado con material importado	m3.	\$20,14
E9	Excavación para cimentación	m3.	\$12,26
ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA NAVE INDUSTRIAL			
Subestructura de la nave industrial			
E10	Acero de refuerzo para zapatas de Nave Industrial fy= 4200 kg/cm2	KG	\$1,75
E11	Encofrado y desencofrado para zapatas de Nave Industrial	M2	\$68,72
E12	Hormigón premezclado para zapatas de Nave Industrial f'c = 240 kg/cm2	M3	\$170,58
E13	Acero de refuerzo para subestructura de muro de reacción fy = 4200 kg/cm2	KG	\$1,75
E14	Hormigón premezclado f'c = 280 kg/cm2 para la losa de cimentación	M3	\$190,36
E15	Hormigón premezclado f'c = 280 kg/cm2 para muro de sostenimiento	M3	\$190,36
E16	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 para escalera de sótano	M3	\$183,02
E17	Encofrado de Losa Fuerte	M2	\$49,59
E18	Hormigón premezclado f'c = 350 kg/cm2 para losa fuerte	m3	\$266,92
Muro de Reacción			

E19	Acero de refuerzo para muro de reacción $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg.	1,75
E20	Encofrado de muro	M2	48,09
E21	Hormigón premezclado $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para muro de reacción	m3	266,92
Superestructura de la nave industrial			
E22	Acero de refuerzo para columnas, incluye ménsulas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg.	1,75
E23	Encofrado y desencofrado de columnas, incluye ménsulas	m2.	53,50
E24	Hormigón premezclado para columnas, incluye ménsulas $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	m3.	171,49
E25	Encofrado y desencofrado de escaleras	m2.	70,94
E26	Escalera de H.A. con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	m3.	183,02
E27	Acero de refuerzo de escaleras $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg.	1,75
E28	Suministro, Fabricación y montaje de acero estructural ASTM A 36	kg.	5,02
E29	Pernos ASTM 325 1"	u	2,14
E30	Instalación de cubierta de Nave Industrial	m2.	27,48
E31	Encofrado y desencofrado de vigas y viguetas de Nave Industrial	m2	63,73
E32	Hormigón premezclado para vigas y viguetas de Nave Industrial con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	m3.	171,49
E33	Acero de refuerzo para vigas y viguetas de Nave Industrial $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg.	1,75
Equipos			
E52	Instalación de Puente Grúa	GLB	\$55.364,85
ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO DE OFICINAS			
Subestructura de edificio de oficinas			
E34	Acero de refuerzo para muro de contención $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	1,75
E35	Encofrado y desencofrado para muro de contención	M2	48,09
E36	Hormigón premezclado para muro de contención $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$	M3	175,15
E37	Acero de refuerzo para zapatas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	1,75
E38	Encofrado y desencofrado para zapatas	M2	68,72
E39	Hormigón premezclado para zapatas $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$	M3	170,58
E40	Contrapiso de hormigón $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$, $e = 11 \text{ cm}$	M3	1,51
Superestructura de edificio de oficinas			
E41	Acero de refuerzo para columnas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	1,75
E42	Encofrado y desencofrado de columnas	M2	54,01
E43	Hormigón premezclado para columnas $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$	M3	175,15
E44	Encofrado y desencofrado de vigas	M2	63,73
E45	Hormigón premezclado para vigas $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$	M3	175,15
E46	Acero de refuerzo para vigas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	1,75

E47	Encofrado y desencofrado de losa nervada en dos direcciones	M2	49,81
E48	Hormigón premezclado Loseta de compresión. $f'c = 240$ kg/cm ²	M3	175,15
E49	Hormigón premezclado nervios. $f'c = 240$ kg/cm ²	M3	175,15
E50	Acero de refuerzo para nervios $f_y = 4200$ kg/cm ²	KG	1,75
E51	Malla electrosoldada $f_y = 4200$ kg/cm ²	KG	2,38

Nota: La tabla presenta los rubros de las actividades preliminares y de la construcción de la parte estructural del proyecto.

5.3 Descripción de cantidades de obra

La cuantificación del hormigón y acero de refuerzo de los elementos estructurales de toda la estructura, se realizaron mediante el Software Revit y por formato de cálculo.

Para la cuantificación de acero estructural, se consideraron todos los perfiles metálicos para la cubierta de la nave industrial. Como se observa en la tabla 70 los parámetros para los cálculos son las dimensiones de cada perfil, el área y peso del elemento y el peso en kg/ml.

Por otra parte, para el cálculo de volumen de hormigón se realizan mediante la multiplicación del área o sección por su respectiva longitud.

Tabla 70.

Cantidades y tipos de perfiles

CARACTERISTICAS					
Marca	Tipo	Sección	Cantidad	Elemento	Cantidad Total
C1	CORDONES C TIPO1	200x50x4	60	1	60
C2	CORDONES C TIPO2	200x50x4	50	1	50
C3	CORDONES C TIPO3	200x50x4	10	1	10
G	CORREA G	175x50x15x3	10	1	10
2C	2C	200x50x4	10	1	10
X	TENSORES X	20mm	16	1	16
A	TENSORES DE APOYO	20mm	16	1	16
2L	Diagonales 2l (0,6)	2L40X40X4	110	1	110

2L	Diagonales 2l(1,2)	2L40X40X4	110	1	110
2L	Diagonales2l(0,80	2L40X40X4	110	1	110
2L	Diagonales2l(0.40)	2L40X40X4	110	1	110

Nota: Esta tabla presenta la cantidad de perfiles utilizados y el tipo de los mismos.

Tabla 71.

Dimensiones de los perfiles

DIMENSIONES (mm)					
Marca	h	b	tb	tw	e
C1	200	50	4		
C2	200	50	4		
C3	200	50	4		
G	175	50	15	3	
2C	200	50	4		
X					20
A					20
2L	40	40			4
2L	40	40			4
2L	40	40			4
2L	40	40			4

Nota: Esta tabla presenta las dimensiones de los perfiles utilizados.

Tabla 72.

Área, longitud y peso de los perfiles

Marca	Área (cm²)	Longitud (m)	Peso	
			Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
C1	11,95	1,00	8,95	537,00
C2	11,95	1,50	8,95	671,25
C3	11,95	0,60	8,95	53,70
G	8,56	17,00	6,66	1.132,20
2C	23,90	24,00	17,90	4.296,00
X	3,14	8,05	2,47	317,42
A	3,14	7,26	2,47	286,45
2L	2,90	0,60	4,56	300,96
2L	2,90	1,20	4,56	601,92
2L	2,90	0,80	4,56	401,28
2L	2,90	0,40	4,56	200,64
TOTAL				8.798,82

Nota: Esta tabla presenta el área, el peso y longitud de los perfiles utilizados.

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

La valoración total se realizará en conjunto con el proyecto “Diseño de las instalaciones del laboratorio multidisciplinario de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra mediante el uso de la metodología BIM”, en este se encuentran detallado los rubros correspondientes al diseño arquitectónico y las instalaciones correspondientes a todos los equipos que se utilizarán en el laboratorio. Se dividirá entonces el proyecto en 2 secciones, la parte que corresponde a la nave industrial y el edificio de oficinas, teniendo en cuenta las labores preliminares que se realizarán durante el proyecto.

Tabla 72.

Costo total del desarrollo del proyecto dividido en: Nave Industrial y Edificio de Oficinas.

Proyecto	Costo Total
Construcción y adecuamiento de Nave Industrial	\$541.931,63
Construcción y adecuamiento de Edificio de Oficinas	\$123.215,92

Nota: Esta tabla presenta el valor total que tendrá la construcción de cada uno de los edificios utilizados para el laboratorio.

A través de estos resultados y conociendo el área de construcción requerida se puede obtener el costo por metro cuadrado que tendrán cada uno de los proyectos.

Tabla 73.*Costo por metro cuadrado*

Proyecto	Costo Total
Construcción y adecuamiento de Nave Industrial	\$886,85
Construcción y adecuamiento de Edificio de Oficinas	\$566,33

Nota: Se debe resaltar que este costo por metro cuadrado no incluye equipos ni mobiliarios.

Se realizó una comparativa con el proyecto “Diseño de un edificio de dos plantas para la dirección de Distribución de la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad – Unidad de Negocios – El Oro” de Añazco & Toledo, (2018) en este proyecto de alrededor de 330 m² de construcción se determinó que el m² de construcción incluyendo costos indirectos tendría un valor de \$549,56, teniendo en cuenta el valor de la construcción del edificio de oficinas del laboratorio multidisciplinar el cuál es \$566,33 se puede concluir que se encuentra dentro de un rango aceptable en los valores del mercado.

El presupuesto a detalle del proyecto se encuentra en la sección de anexos.

5.5 Cronograma de Obra

El Cronograma de Obra se encuentra en el apartado de Anexos

Capítulo 6

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

Se realizó el diseño del sistema estructural que poseerá el laboratorio multidisciplinar de la facultad de ingeniería en ciencias de la tierra, como resultado se obtuvieron las dimensiones requeridas para los elementos que conformarán la estructura tanto del edificio de hormigón armado como de la nave industrial. Además, se estimó el impacto ambiental que generarán las actividades producidas por el laboratorio a lo largo de su vida útil, de igual manera se presentaron medidas de mitigación para el impacto generado por las actividades mencionadas.

El diseño del edificio destinado a oficinas y taller se realizó en base a las normativas mencionadas en el capítulo 2, las dimensiones de vigas, columnas y zapatas fueron ilustradas en los planos correspondientes. Se estimó de igual manera el presupuesto requerido para esta construcción, la cual cuenta con un área aproximada de 180 m^2 , el presupuesto total obtenido es de \$123.215,92 obteniéndose así un valor de \$566,30 por cada metro cuadrado de construcción este presupuesto contempla la totalidad del desarrollo del proyecto, a excepción de que el análisis por metro cuadrado no cuenta con los equipos y mobiliarios del edificio.

La nave industrial se diseñó en base a normativas mencionadas de igual manera en el capítulo 2, el diseño se basa en columnas de hormigón con una cubierta elaborada con perfiles metálicos, su diseño se rige en base a las demandas y verificaciones obtenidas en el software de análisis estructural SAP 2000, el diseño es considerado conservador debido a que las dimensiones de los perfiles utilizados cumplen con un alto rango de aceptación las demandas impuestas por la cubierta. El presupuesto de la nave industrial toma en cuenta la colocación del acero estructural, la colocación de la cubierta, los elementos como columnas, columnetas y vigas dentro de esta, el encofrado y armado, el presupuesto obtenido es de \$541.931,63 teniendo en cuenta que el área de construcción de la nave industrial es de 225 m^2 aproximadamente, se obtendrá un valor de \$886,85 por cada metro cuadrado de construcción.

La nave industrial contará con un sistema de puente grúa cuyas medidas son especificadas en el capítulo 3 correspondiente a diseño, el presupuesto que se obtuvo del puente grúa fue de 55364,11 aproximadamente.

De igual manera se contará con un sistema de muro de reacción y losa fuerte para la realización de diversas pruebas de índole estructural, el diseño será tomado de la tesis “Estudios y diseños de prefactibilidad de un sistema muro de reacción-losa fuerte para el nuevo laboratorio de materiales de la ESPOL”, en dónde se elabora de manera detallada el diseño de este sistema, el presupuesto y rubros que abarcan la construcción de este sistema fueron tomados de igual manera de la tesis mencionada.

La construcción de este nuevo laboratorio brindará espacios adecuados para la elaboración de ensayos y prácticas que mejorarán de gran manera la calidad de educación impartida en la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la tierra, de igual manera el enfoque investigativo que tendrán algunas de las actividades realizadas en el laboratorio brindarán un desarrollo en el ámbito constructivo en distintas comunidades en dónde estén enfocados estos estudios.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar ensayos geotécnicos a detalle del lugar, para un diseño definitivo se deberían obtener resultados más exactos en cuanto al perfil estratigráfico de la zona de construcción, para esto se recomienda realizar ensayos como: Ensayo RQD, ensayo triaxial en roca y ensayo uniaxial.

De igual manera se debe tener en cuenta los correctos procesos constructivos de los elementos estructurales tanto del edificio de hormigón armado como de la nave industrial.

En primer lugar, se debe verificar los materiales que se utilizarán para la construcción, estos deben cumplir con las especificaciones técnicas reflejadas en el diseño y en los planos, el precio de estos debe ser cercano o igual al valor del presupuesto obtenido.

Aunque no forma parte de los alcances del proyecto el encofrado deberá ser diseñado y construido de tal manera que cumpla la forma y dimensiones correctas del elemento estructural. El desencofrado debe realizarse únicamente con la resistencia suficiente.

La colocación del refuerzo del acero debe colocarse según las especificaciones de los planos, se deberán realizar ensayos para el control de calidad del concreto premezclado que llegará a la obra, para asegurarse que cumpla con las especificaciones del diseño.

El hormigón debe ser curado para garantizar el desarrollo adecuado de la resistencia de este. Se pueden utilizar métodos de curado con agua, productos químicos o membranas.

Se recomienda llevar un registro detallado de los procesos constructivos, cambios realizados y cualquier evento relevante.

En el caso de los perfiles de acero utilizados para la cubierta de la nave industrial se recomienda elegir perfiles que cumplan con las especificaciones detalladas, de igual manera se deberá revisar que las conexiones se hagan de manera adecuada asegurando el cumplimiento del diseño establecido.

Para la elaboración del sistema de Muro de Reacción- Losa Fuerte se recomienda utilizar como principal referencia las especificaciones brindadas por el proyecto de materia integradora “Estudios y diseños de prefactibilidad de un sistema muro de reacción-losa fuerte para el nuevo laboratorio de materiales de la ESPOL” proyecto elaborado por Noboa & Salazar (2021), en este se redacta el proceso de diseño del sistema en cuestión y recomendaciones del proceso constructivo de este.

En cuanto al sistema de cubierta de la nave industrial se puede recomendar la optimización del peso de estas debido a que el diseño realizado forma parte de una institución educativa, fue realizado del lado conservador.

Se recomienda también la elaboración de un estudio financiero que resultará esencial para evaluar la sostenibilidad a largo plazo del laboratorio en facultad de empresa, especialmente cuando se planea ofrecer servicios relacionados con la construcción. Este análisis implica recopilar

información de empresas similares en el sector y examinar la frecuencia esperada de servicios externos, así como los tipos de ensayos requeridos y sus costos asociados. Es fundamental definir claramente el alcance del laboratorio, comprender el mercado y la competencia, y proyectar costos e ingresos para evaluar la rentabilidad del proyecto. Además, se recomienda mantener el estudio financiero actualizado para adaptarse a cambios en el entorno empresarial y buscar asesoramiento de expertos financieros y profesionales del sector para una evaluación precios

BIBLIOGRAFÍA

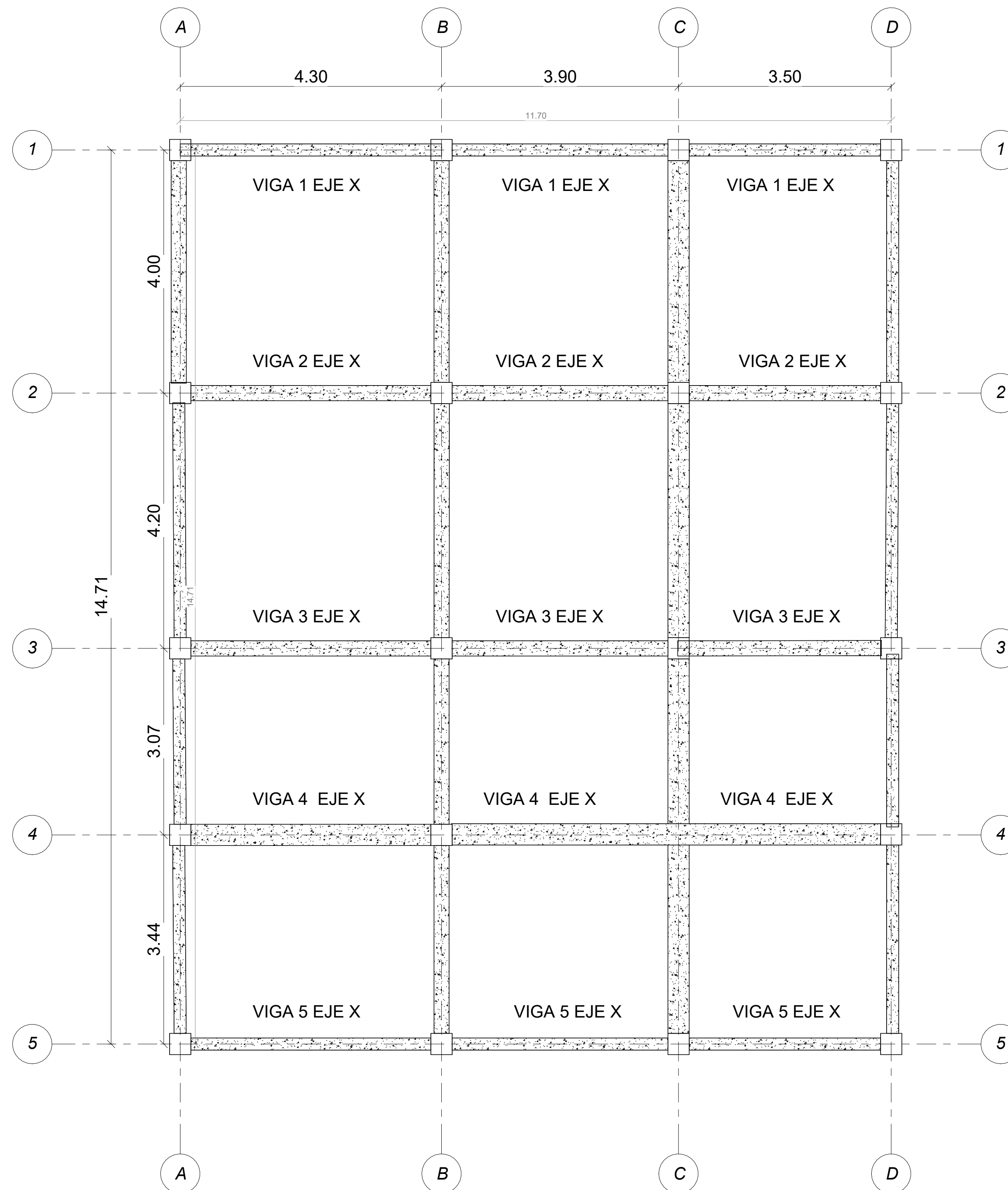
- Chávez Melgar, S. I., & Ramírez Layana, N. I. (2022). *Estudios y diseños de la línea de impulsión del sistema de agua potable de la ESPOL*. Guayaquil.
- Luna Cabrera, V. A., & Méndez Herrera, S. S. (2017). *Estudios y diseños para el desazolve del embalse del Campus “gustavo galindo” y rehabilitación de la ciclovía*. Guayaquil.
- AAS, A. A. (2020). *Manual de diseño en acero*.
- Abril Camino, A. R., Abril Camino, D. E., Cadena Naranjo, C. E., & Pérez Maldonado, R. L. (2023). Comparativo técnico económico entre pórticos especiales a momento de hormigón armado y acero estructural empleando las normativas ACI 318 19, AISC 341 16, AISC 360 22 Y NEC SE DS 2015. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 29.
- AChA, A. C. (2018). *Guía para el diseño sísmico de estructuras metálicas*. Santiago de Chile. Chile.
- ACI 318, A. C. (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete*. (pág. 624). Farmington Hills: MI: American Concrete Institute.
- ACI, I. A. (2021). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. Farmington Hills: ACI.
- Aguas, D. F. (2015). *Preservación de la biodiversidad del bosque Protector la Prosperina – ESPOL mediante la Elaboración de un protocolo de prevención de Incendios forestales*. Guayaquil.
- AIS, A. C. (2015). *Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente*. Bogotá: AIS.
- AISC, A. I. (2017). *Specification for Structural Steel Buildings, (AISC 360-16)*. Chicago: AISC.
- Aizaga. (2018). *La vialidad y su importancia para la seguridad y el desarrollo nacional*, Secretaría General del Consejo De Seguridad Nacional. Quito, Ecuador: Instituto de Altos Estudios.
- ALACERO, A. L. (2018). *Manual de techos metálicos*. Ciudad de México.
- Alicante, U. d. (27 de Julio de 2023). *dic.ua.es*. Obtenido de <https://dic.ua.es/es/web/espacios/laboratorios-de-ingenieria-civil.html>
- Allie. (2023). *Aliie*. Obtenido de <https://www.alliedbuildings.com/acero-versus-concreto/>
- Arízaga, M. J. (2014). *Análisis Geotécnico de las causas por las cuales ocurrió el colapso de la losa de piso de la cancha del pabellón de comunidad terapéutica del centro de rehabilitación social (CRS) Cuenca y solución técnica de la problemática*. Universidad del Azuay, Cuenca.

- ASTM, I. (2011). Práctica Estándar para la Clasificación de Suelos para propósitos de Ingeniería (Sistema de Clasificación Unificada de Suelos). *Designation: D2487 – 10*, (págs. 1-21). E.E.E.U.U.
- Bautista, E. J. (2021). *Manual de buenas prácticas constructivas en estructuras de acero para maestros de obra en Quito, 2020*. Ciudad de México.
- Bowles, J. (1986). *Engineering Properties of Soils and their Measurement*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Britez, C. P. (2015). Uso del hormigón de altas prestaciones en columnas estructurales con vistas a la sostenibilidad. *Revista ALCONPAT*, 74-83.
- Chicaiza, J. C. (2022). “*Análisis de la factibilidad del cambio de uso de la Edificación del proyecto de la familia Pallo Sarabia en la Parroquia san francisco, cantón Ambato, provincia de Tungurahua*”. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Chopra, A. K. (2016). *Dinámica de estructuras: Teoría y aplicaciones para el cálculo sísmico*. México: Pearson Educación. México.
- Clough, R. W., & Penzien, J. (2003). *Dynamics of Structures (3rd ed.)*. Berkeley: Computers & Structures.
- Das, B. M. (2010). *Principles of Geotechnical Engineering*. Stamford, USA: 7th Edition.
- DaS, B. M., Sobhan, K., & Emeritus, D. (2013). *Principles of Geotechnical Engineering*. Stamford: Cengage Learning.
- Dfhoist. (2023). *Dfhoist*. Obtenido de <https://www.dfhoists.com/es/single-girder-overhead-cranes/>
- FEMA 461, F. E. (2007). Interim testing protocols for determining the seismic performance characteristics of structural and nonstructural components. *Applied Technology Council (ATC)*, (pág. 138). Washington, D.C.
- FEMA P-1050, F. E. (2015). EHRP Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures. *Federal Emergency Management Agency* (pág. 555). Washington, D.C: Federal Emergency Management Agency.
- Figueroa González, J. M. (2004). *Repositorio institucional de la Universidad del Valle de Guatemala*. Obtenido de <https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/handle/123456789/172>
- Galeano, E. E., & Girón, C. C. (2019). *Modelación por el método de elementos finitos (MEF), mediante el software Ansys del elemento placa*. Bogotá, D.C.
- Giraldo, J. H. (2020). *Estudio de metodologías de modelación de pórticos metálicos armados en celosía*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia- Facultad de Ingeniería, Departamento, Escuela Ambiental.

- González, P. (Mayo de 2023). *PRIMICIAS*. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/construccion-empleo-informalidad-trabajadores/>
- Kunnath, S. (2000). Reinforced concrete walls and buildings for seismic loadings. *Proceedings of the Twelfth World Conference on Earthquake Engineering*. Auckland, New Zealand.
- López, M. D., & Giraldo, J. J. (2007). Corporación-Técnico Financiera del acero estructural y el hormigón armado. *Unal*.
- Mc. Cormarc, J., & Csernak, S. (2012). *Diseño de estructuras de acero*. México: © 2013 Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Miranda, E. (2022). *Diseño de Edificios de Concreto Armado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Rojas, M. C. (2002). *Evaluación del potencial Turístico-Recreativo del Lago de la ESPOL*. Guayaquil.
- Ruiz, M. J. (2011). *Manual de Señalización para el Patrimonio de áreas naturales del Estado (PANE)*. Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- S.A., P. P. (2013). *Manual técnico de barreras acústicas*. Chile.
- SBI, I. A. (2016). Prefabricación y montaje de estructuras de acero. Chicago : SBI.
- Silva, d. C., & Delgado, B. J. (2020). El Impacto de la infraestructura en el desarrollo económico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 1-16.
doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.143/ p. 1123
- Sísmica, I. (2020). Análisis y Diseño de Muros de Cortante. *Revista Ingeniería Sísmica. Ingeniería Sísmica*, 95, 10-15.
- Sísmica, I. (2020). *Análisis y Diseño de Muros de Cortante*.
- Smith, J. (2020). *Structural analysis: principles, methods and modelling*. Londres: Londres: Springer.
- Thombury, W. (1954). Vibration and impact in structural steelwork. *The Structural Engineer*, 32(10), 304-314.
- Tomalá, L. A. (2018). *Repositorio Digital UNESUM* . Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1220>
- Troyano, M. M. (19 de Febrero de 2019). *RIUMA (Repositorio Institucional de la Universidad de Malagá)*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2023, de <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/17343>

- Vivienda, M. d. (2021). *Gob.pe*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- W.F. Chen, E. L. (2005). *Principios de análisis estructural*. México: McGraw-Hill.
- Wallace, J. W. (2012). Behavior, analysis and design of structural walls and coupling beams - Lessons from recent laboratory tests and earthquakes. . *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 6(1), 3-18.
- Yamakawa, T. (1990). Analytical and experimental study on inelastic behavior of structural walls. . *Proceedings of the Fourth U.S. National Conference on Earthquake Engineering*. Palm Springs, California.

PLANOS Y ANEXOS



1 Vista en planta de vigas de oficina
1 : 50

NOTAS GENERALES

1. LAS DIMENSIONES SE INDICAN EN METROS A EXCEPCIÓN DE QUE SE MENCIONE OTRA.
2. COORDINAR CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ANTES DE EMPEZAR LABORES DE CONSTRUCCIÓN.
3. VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS Y ELEVACIONES ANTES DE INICIAR CUALQUIER ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN.
4. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
5. EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN CENTIMETROS
6. EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
7. LAS MEDIDAS PREVALECEAN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
8. SOLDADURA E7018 ELEMENTOS PRINCIPALES, CONEXIONES Y ELEMENTOS SECUNDARIOS.
9. PARA DETALLES DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REVISAR PLANOS.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- NORMAS ASTM
- REGLAMENTO ACI 318-2019
- (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO ASTM 706 $f_y=4200\text{kg/cm}^2$
- HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS Y VIGAS PARA NAVE INDUSTRIAL $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$ Y OFICINAS $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$
- HORMIGÓN DE LOSA $f'_c=240\text{kg/cm}^2$
- HORMIGÓN DE MURO DE CONTENCIÓN $f'_c=240\text{kg/cm}^2$
- ACERO DE REFUERZO $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$.
- ACERO ESTRUCTURAL DE PLACAS Y PERFILES ASTM A-36.
- RECUBRIMIENTOS: -COLUMNAS $R=4\text{cm}$ -MUROS $R=4\text{cm}$ -VIGAS $R=4\text{cm}$ -ZAPATAS $R=7.5\text{cm}$ -MÉNSULAS $R=3.5\text{cm}$

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

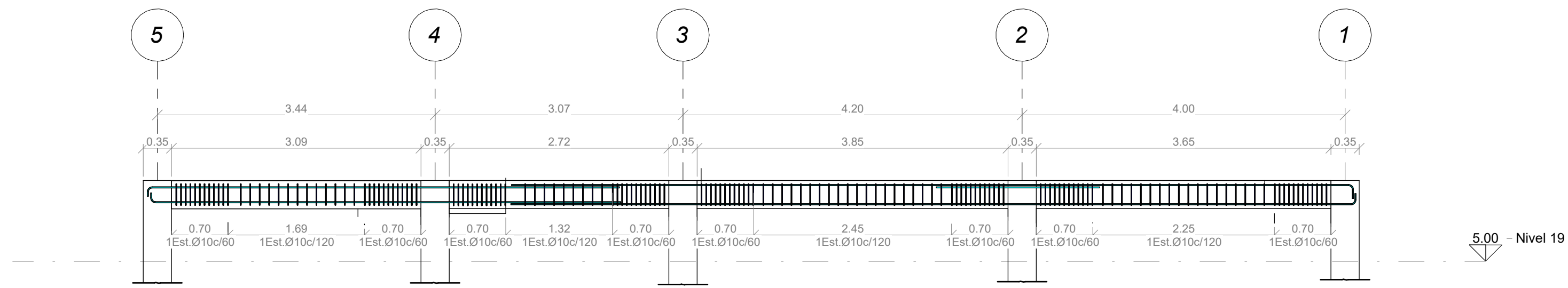
PROYECTO:

Diseño Estructural del laboratorio Multidisciplinar para la FICT

CONTENIDO:

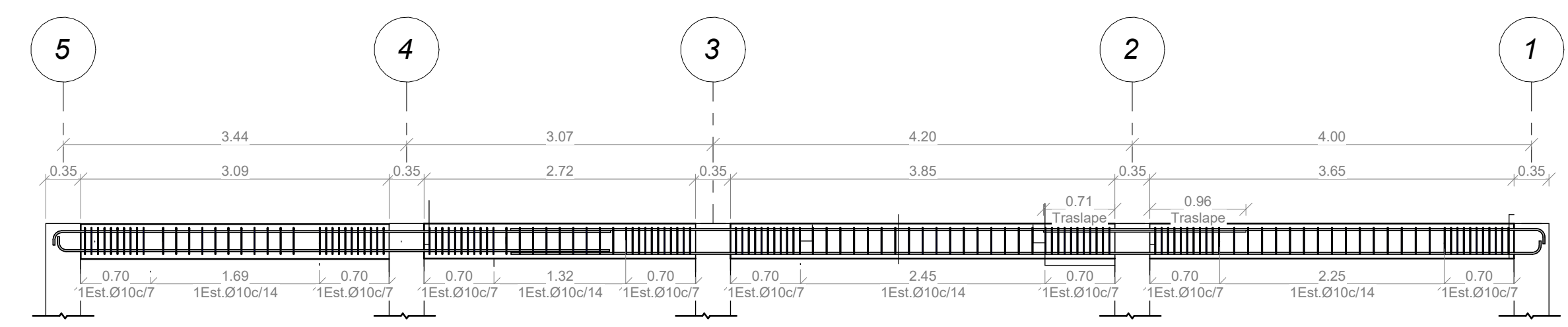
Planta de vigas de oficina

Coordinador de materia integradora: Msc. Ing Andrés Velasteguí	Tutores de conocimientos específicos: Msc. Carlos Quisphe	Integrantes: Karla Odalys Dumes Guerrero Fabrizio José Zambrano Ortiz	Fecha: Enero del 2024
Tutor de Area de conocimientos: Msc. Carlos Quisphe		Lámina: A101	Escala: Indicada



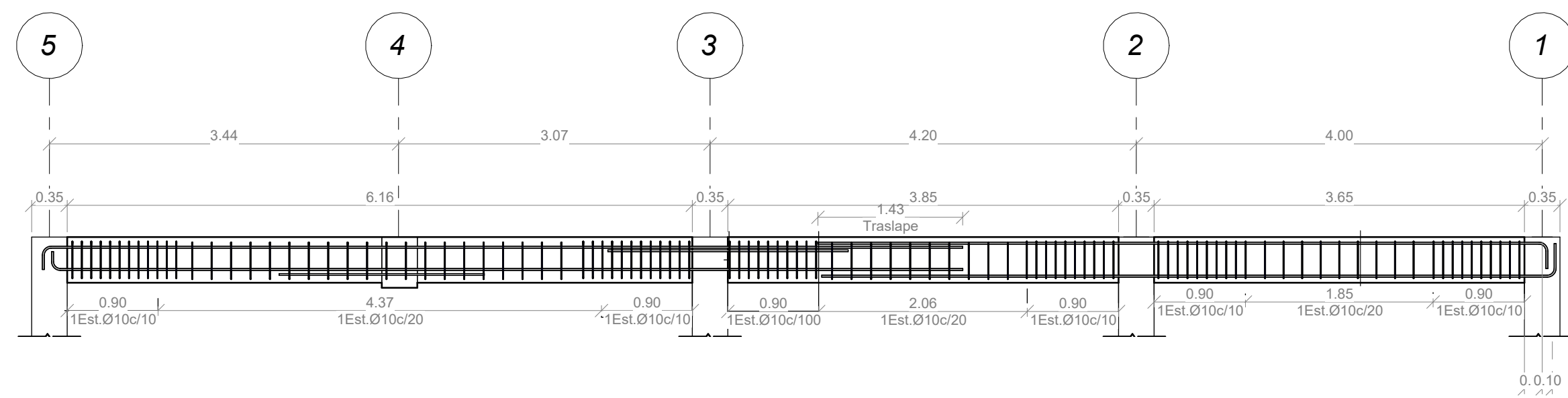
1 ALZADO DE VIGA EJE A OFICINAS

1 : 50



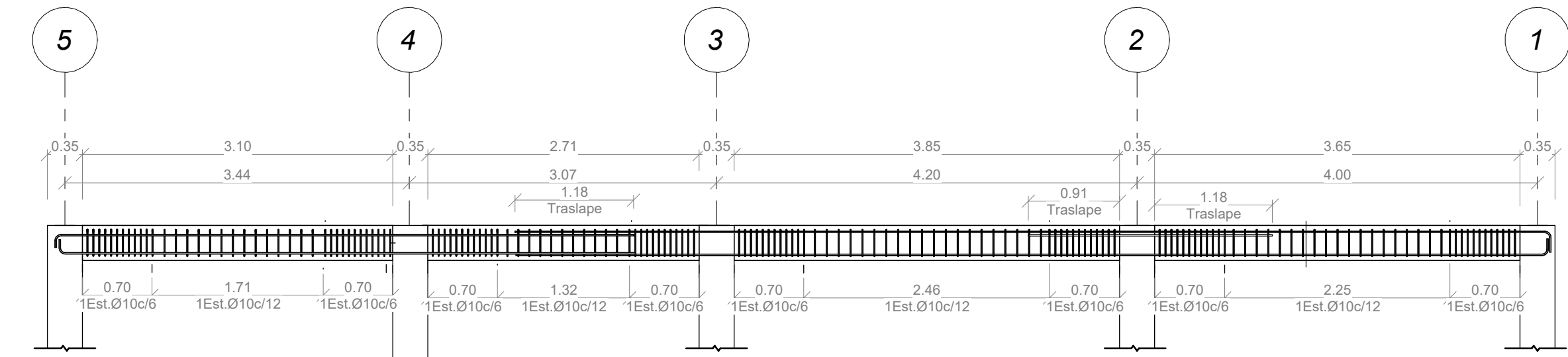
2 ALZADO DE VIGA EJE B OFICINAS

1 : 50



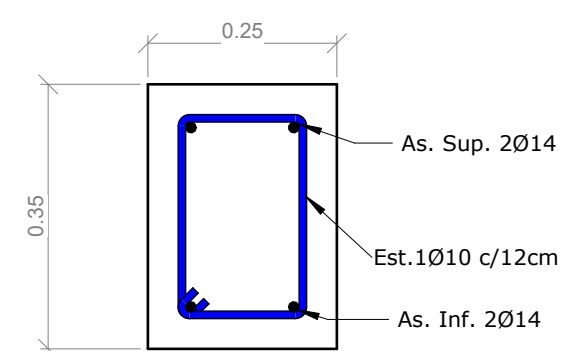
3 ALZADO DE VIGA EJE C OFICINAS

1 : 50



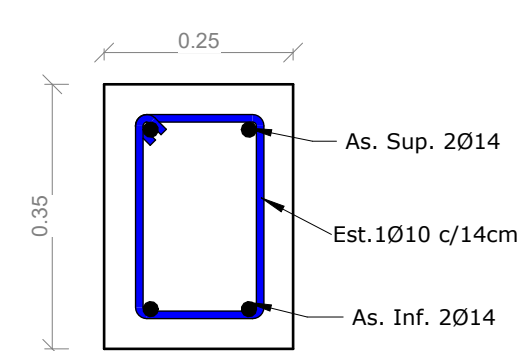
4 ALZADO DE VIGA EJE D OFICINAS

1 : 50



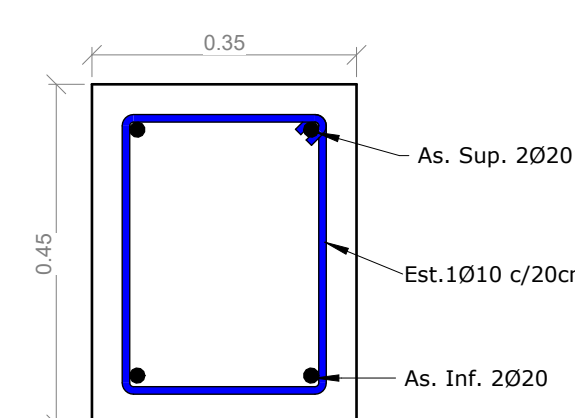
5 Sección A viga eje A oficinas

1 : 10



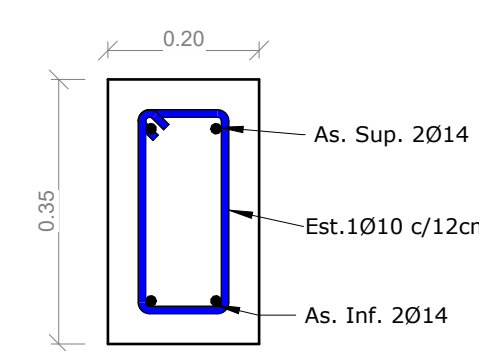
6 Sección A viga eje B oficinas

1 : 10



7 Sección A viga eje C oficinas

1 : 10



8 Sección A viga eje D oficinas

1 : 10

RESUMEN MATERIALES PARA VIGA OFICINAS					
Acero fy=4200 kg/cm ²				Hormigón f'c= 210kg/cm ²	
φ mm	Cantidad	Longitud de barra	Peso kg	Elemento	V (m ³)
10	1067	90143	680,17	Vigas	10,87
13	1	2720	2,7	-	-
14	38	125889	298,86	-	-
16	9	28011	84,5	-	-
18	10	18955	56,84	-	-
20	25	107125	523,37	-	-
Total	1150	372843	1646,44		10,87

ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- NORMAS ASTM
- REGLAMENTO ACI 318-2019
- (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO ASTM 706 fy=4200kg/cm²
- HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS Y VIGAS PARA NAVE INDUSTRIAL f'c=210 kg/cm² Y OFICINAS f'c=210 kg/cm²
- HORMIGÓN DE LOSA f'c=240kg/cm²
- HORMIGÓN DE MURO DE CONTENCIÓN f'c=240kg/cm²
- ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm².
- ACERO ESTRUCTURAL DE PLACAS Y PERFILES ASTM A-36.
- RECUBRIMIENTOS: -COLUMNAS R=4cm -MUROS R=4cm -VIGAS R=4cm -ZAPATAS R=7.5cm -MÈNSULAS R=3.5cm

NOTAS GENERALES

1. LAS DIMENSIONES SE INDICAN EN METROS A EXCEPCIÓN DE QUE SE MENCIONE OTRA.
2. COORDINAR CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ANTES DE EMPEZAR LABORES DE CONSTRUCCIÓN.
3. VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS Y ELEVACIONES ANTES DE INICIAR CUALQUIER ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN.
4. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
5. EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN CENTIMETROS
6. EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
7. LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
8. SOLDADURA E7018 ELEMENTOS PRINCIPALES, CONEXIONES Y ELEMENTOS SECUNDARIOS.
9. PARA DETALLES DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REVISAR PLANOS.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN.

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ^{III} en 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	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

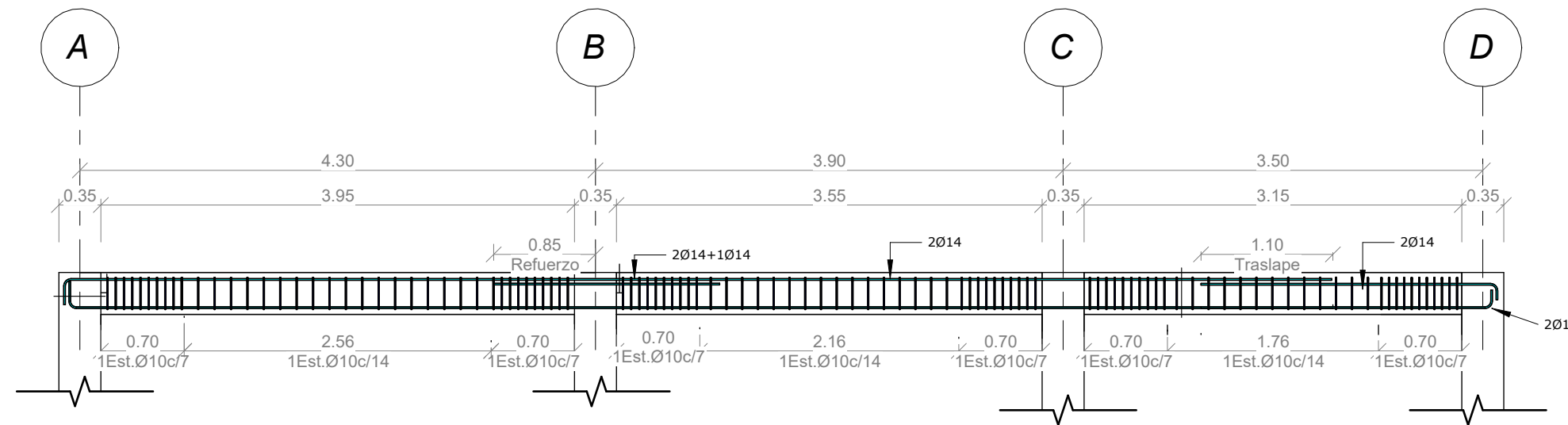
PROYECTO:

Diseño Estructural del laboratorio Multidisciplinar para la FICT

CONTENIDO:

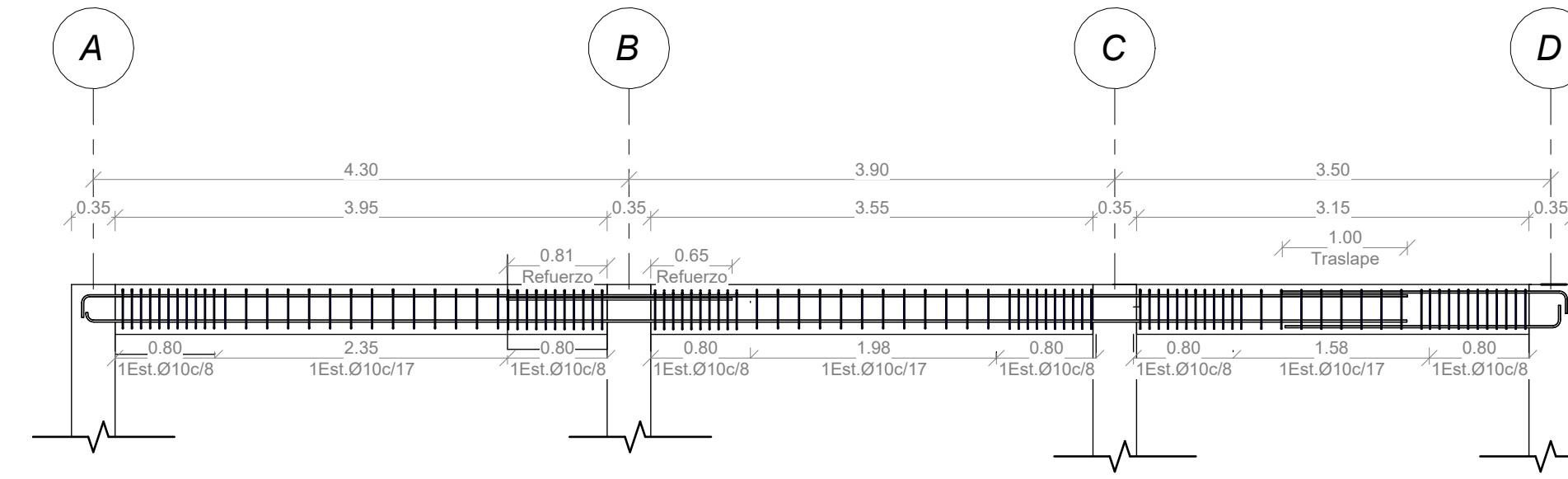
Alzados de vigas de oficinas en el eje y

Coordinador de materia integradora: Msc. Ing Andrés Velasteguí	Tutores de conocimientos específicos: Msc. Carlos Quispe	Integrantes: Karla Odalys Dumes Guerrero Fabricio José Zambrano Ortiz	Fecha: Enero del 2024
Tutor de Area de conocimientos: Msc. Carlos Quispe		Lámina: A102	Escala: Indicada



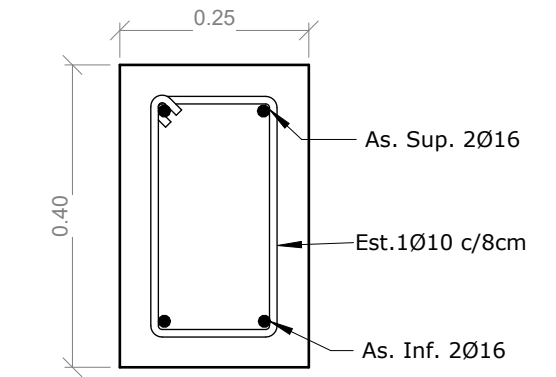
1 ALZADO DE VIGA EJE 1 OFICINAS

1 : 50



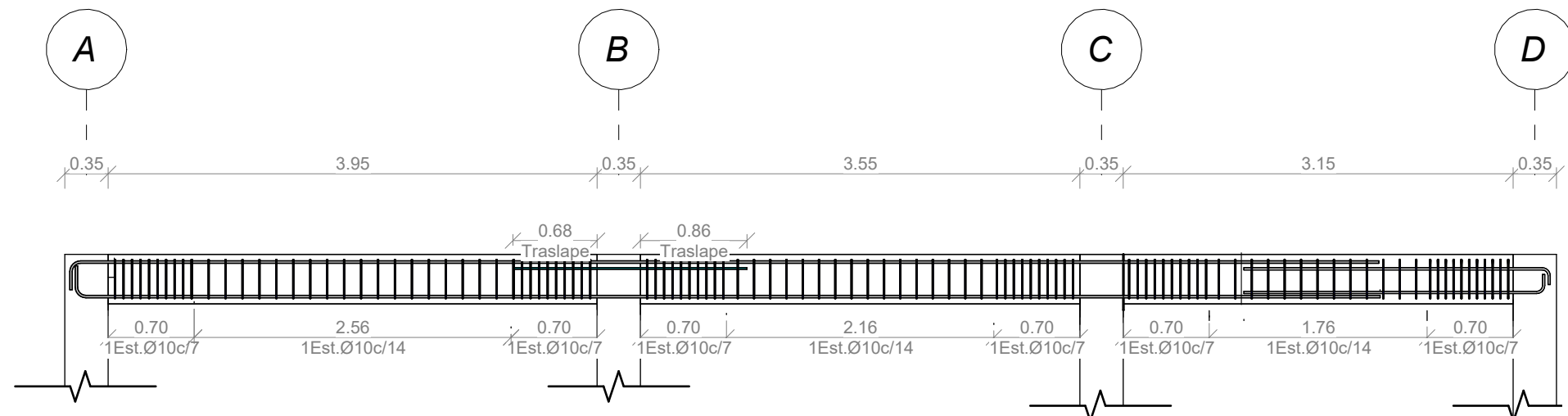
3 ALZADO DE VIGA EJE 3 OFICINAS

1 : 50



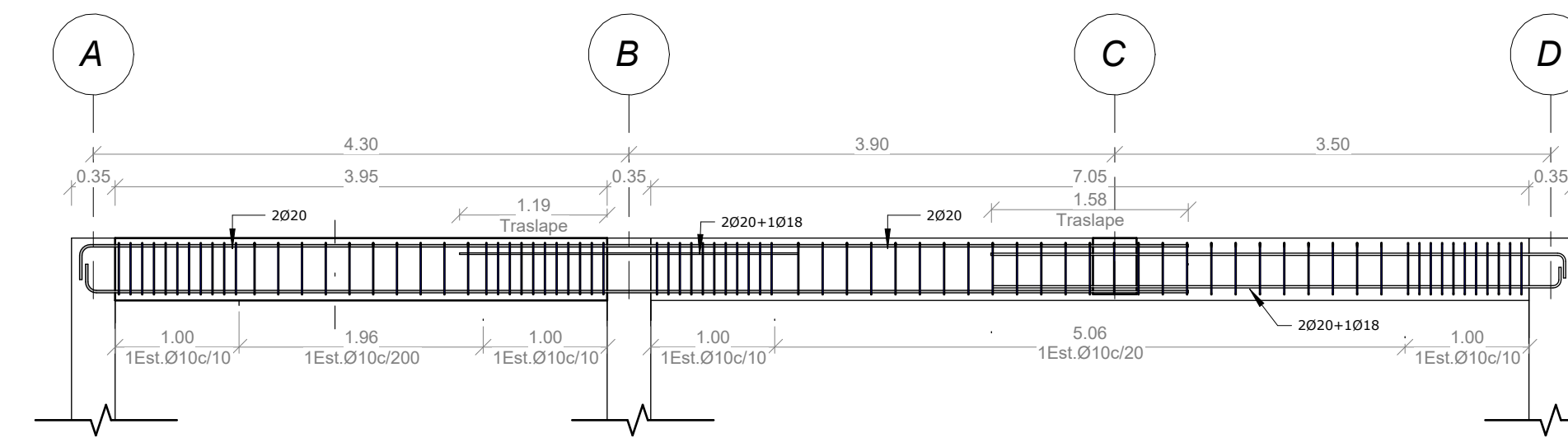
6 Sección A Viga eje 3 oficinas

1 : 10



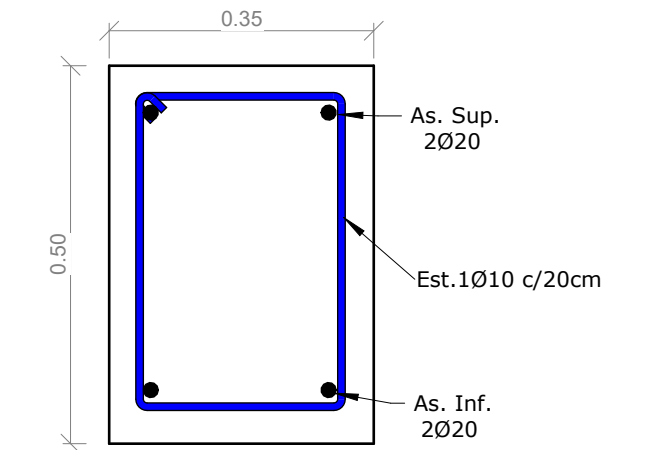
2 ALZADO DE VIGA EJE 2 OFICINAS

1 : 50



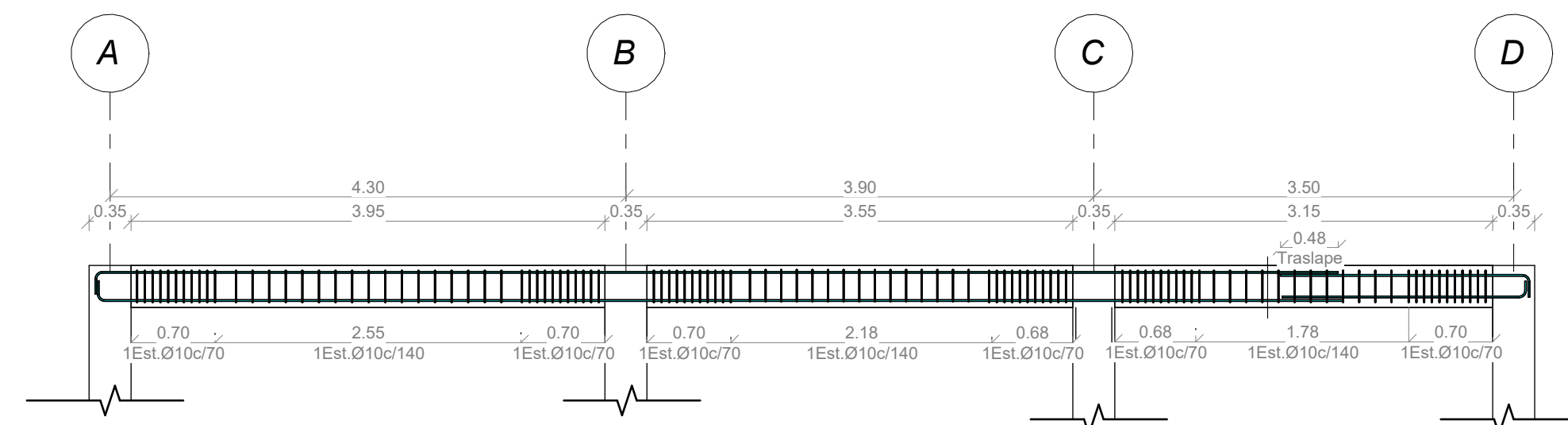
4 ALZADO DE VIGA EJE 4 OFICINAS

1 : 50



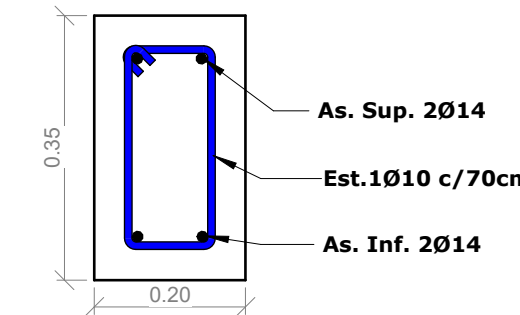
7 Sección A Viga eje 4 oficinas

1 : 10



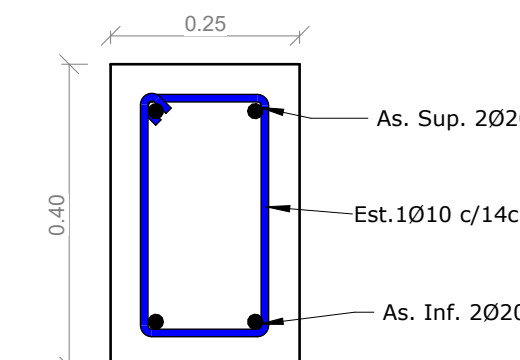
5 ALZADO DE VIGA EJE 5 OFICINAS

1 : 50



8 Sección A Viga eje 1 y 5 oficinas

1 : 10



9 Sección A Viga eje 2 oficinas

1 : 10

RESUMEN MATERIALES PARA VIGA OFICINAS					
Acero fy=4200 kg/cm2				Hormigón f'c= 210kg/cm2	
φ mm	Cantidad	Longitud de barra	Peso kg	Elemento	V (m3)
10	1067	90143	680,17	Vigas	10,87
13	1	2720	2,7	-	-
14	38	125889	298,86	-	-
16	9	28011	84,5	-	-
18	10	18955	56,84	-	-
20	25	107125	523,37	-	-
Total	1150	372843	1646,44		10,87

ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- NORMAS ASTM
- REGLAMENTO ACI 318-2019
- (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO ASTM 706 fy=4200kg/cm²
- HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS Y VIGAS PARA NAVE INDUSTRIAL f'c=210 kg/cm² Y OFICINAS f'c=210 kg/cm²
- HORMIGÓN DE LOSA f'c=240kg/cm²
- HORMIGÓN DE MURO DE CONTENCIÓN f'c=240kg/cm²
- ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm².
- ACERO ESTRUCTURAL DE PLACAS Y PERFILES ASTM A-36.
- RECUBRIMIENTOS: -COLUMNAS R=4cm -MUROS R=4cm -VIGAS R=4cm -ZAPATAS R=7.5cm -MÈNSULAS R=3.5cm

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

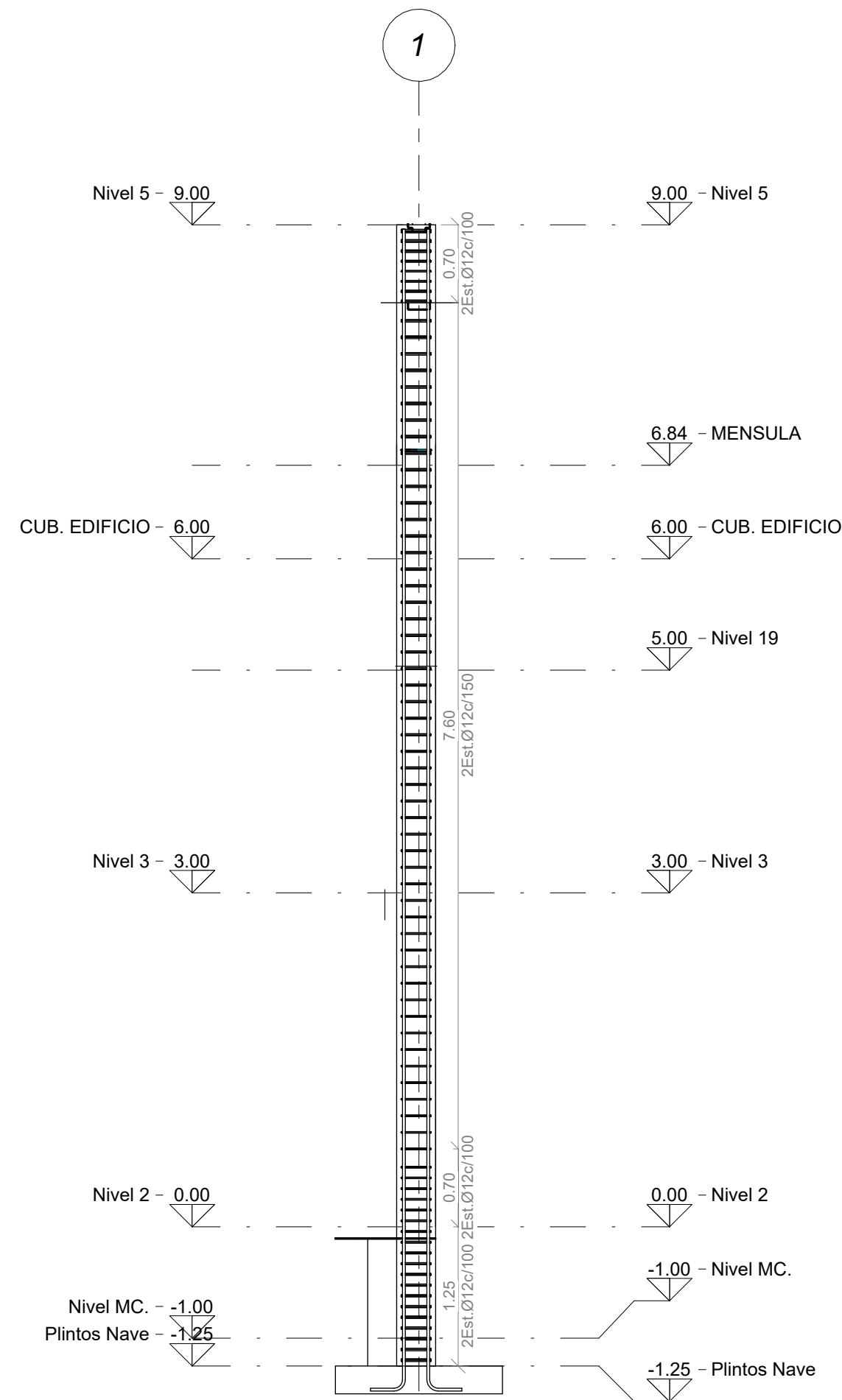
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:			
Diseño Estructural del laboratorio Multidisciplinar para la FICT			
CONTENIDO:			
Alzados de vigas de oficinas en el eje X			
Coordinador de materia integradora:	Tutores de conocimientos específicos:	Integrantes:	Fecha
Msc. Ing Andrés Velasteguí	Msc. Carlos Quispe	Karla Odalys Dumes Guerrero	Enero del 2024
Tutor de Area de conocimientos:		Fabrizio José Zambrano Ortíz	Lámina: Escala:
Msc. Carlos Quispe			A103 Indicada

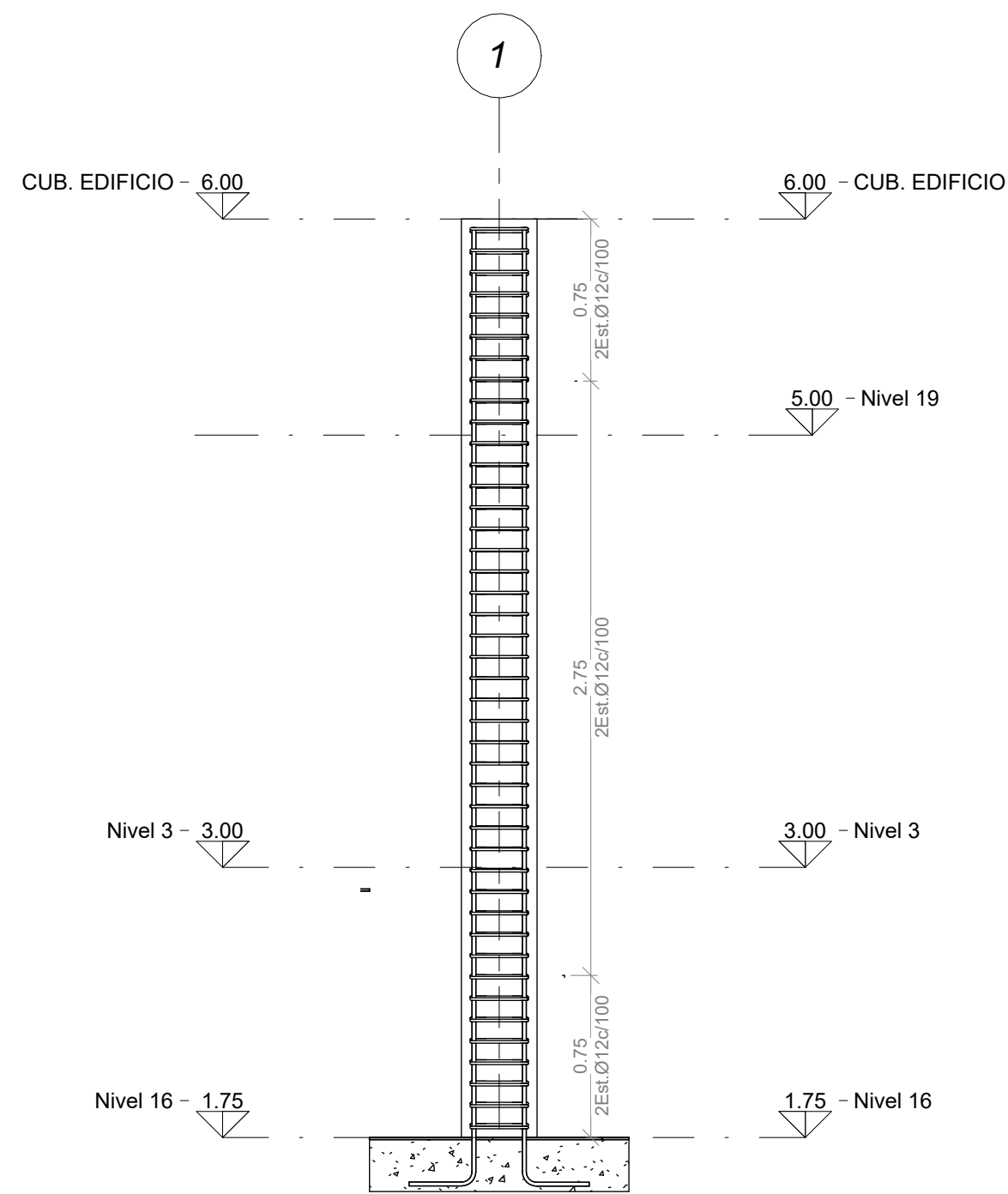
NOTAS GENERALES

1. LAS DIMENSIONES SE INDICAN EN METROS A EXCEPCIÓN DE QUE SE MENCIONE OTRA.
2. COORDINAR CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ANTES DE EMPEZAR LABORES DE CONSTRUCCIÓN.
3. VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS Y ELEVACIONES ANTES DE INICIAR CUALQUIER ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN.
4. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
5. EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN CENTIMETROS
6. EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
7. LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
8. SOLDADURA E7018 ELEMENTOS PRINCIPALES, CONEXIONES Y ELEMENTOS SECUNDARIOS.
9. PARA DETALLES DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REVISAR PLANOS.

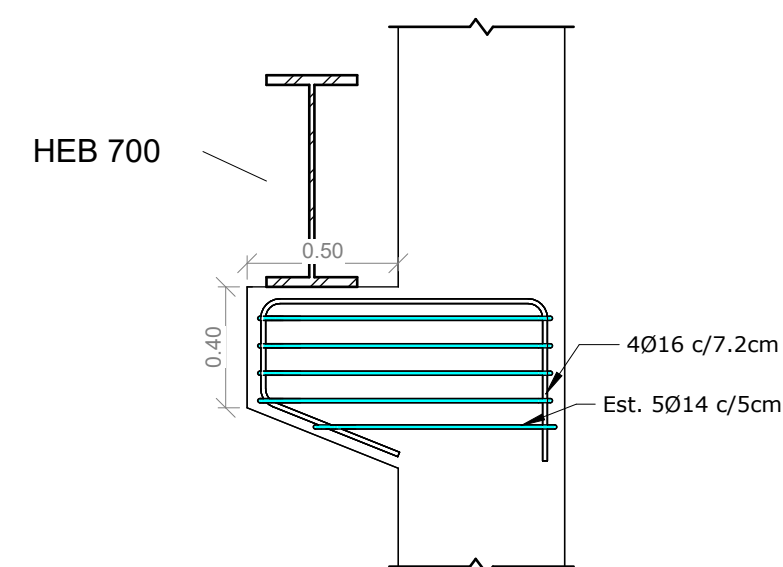
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN.



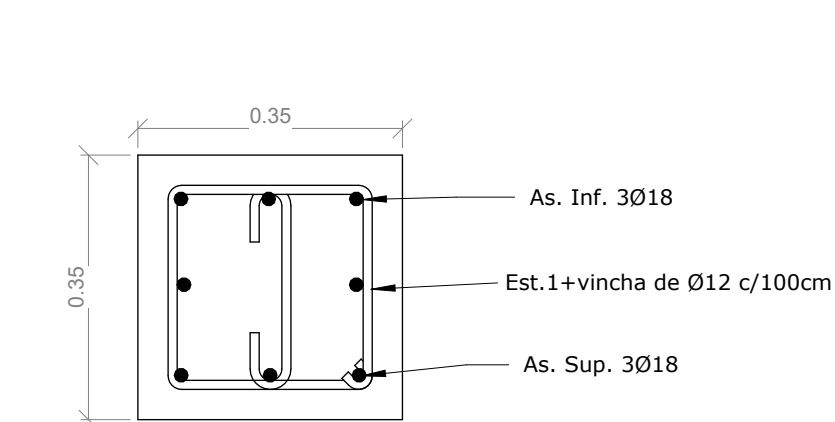
5 ALZADO DE COLUMNA NAVE INDUSTRIAL A1 con patas
1 : 50



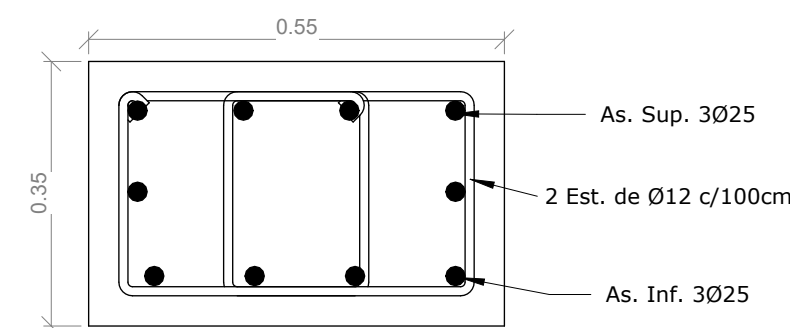
6 ALZADO DE COLUMNA OFICINAS A2 CON PATAS
1 : 30



1 ALZADO DE MENSULA
1 : 25



4 SECCION COLUMNA OFICINA A2
1 : 10



3 SECCION COLUMNA NAVE INDUSTRIAL A1
1 : 10

NOTAS GENERALES

1. LAS DIMENSIONES SE INDICAN EN METROS A EXCEPCIÓN DE QUE SE MENCIONE OTRA.
2. COORDINAR CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ANTES DE EMPEZAR LABORES DE CONSTRUCCIÓN.
3. VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS Y ELEVACIONES ANTES DE INICIAR CUALQUIER ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN.
4. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
5. EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN CENTIMETROS
6. EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
7. LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
8. SOLDADURA E7018 ELEMENTOS PRINCIPALES, CONEXIONES Y ELEMENTOS SECUNDARIOS.
9. PARA DETALLES DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REVISAR PLANOS.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN.

Mc	Diámetro de barra (mm)	Recuento	Peso de refuerzo (kg)	DIMENSIONES (mm)											Número de armadura	Longitud de barra (m)
				A	B	C	D	E	F	G	H	J	K			
101	12	4	6.49	24	270	192	270	186	0	24	56	0	0	60	0,914	
102	12	4	10.48	24	470	270	470	270	0	24	56	0	0	59	0,914	
103	10	8	12.54	0	10170	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0,914	
104	12	1	14.53	24	270	192	218	186	0	24	56	0	0	133	0,914	
105	12	8	15.41	24	270	192	270	186	0	24	56	0	0	60	0,914	
106	12	7	24.89	24	470	270	470	270	0	24	56	0	0	59	0,914	
107	12	9	41.37	24	270	192	270	186	0	24	56	0	0	60	0,914	
108	12	8	66.82	24	470	270	470	270	0	24	56	0	0	59	0,914	
109	25	8	83.01	0	10435	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0,914	
110	25	8	169.98	0	313	10435	0	0	0	0	0	0	0	69	0,914	
111	25	8	170	0	314	10435	0	0	0	0	0	0	0	92	0,914	

Mc	Diámetro de barra (mm)	Recuento	Peso de refuerzo (kg)	DIMENSIONES (mm)											Número de armadura	Longitud de barra (m)
				A	B	C	D	E	F	G	H	J	K			
112	18	1	16.66	0	4170	0	0	0	0	0	0	0	0	65	4	
113	12	1	16.95	87	270	0	0	0	0	87	0	54	0	67	4	
114	18	1	28.17	0	309	4434	0	0	0	0	0	0	0	71	5	
115	18	1	28.18	0	309	4435	0	0	0	0	0	0	0	70	5	
116	12	1	41.06	24	270	270	270	270	0	24	56	0	0	64	1	

MARCA Acero columnas oficina 002

1 : 1

Mc	Diámetro de barra (mm)	Recuento	Peso de refuerzo (kg)	DIMENSIONES (mm)											Número de armadura	Longitud de barra (m)
				A	B	C	D	E	F	G	H	J	K			
117	14	1	2.83	140	797	278	797	280	0	140	93	0	0	136	2,339	
118	14	1	13.02	140	975	278	974	280	0	140	93	0	0	134	2,694	
119	16	1	13.8	488	341	948	536	0	0	0	0	0	0	135	2,214	

MARCA de armaduras Acero Mensul 001

1 : 1

RESUMEN MATERIALES PARA MÉNSULAS					
Acero fy=4200 kg/cm2			Hormigón f'c=210kg/cm2		
φ mm	Cantidad	Longitud de barra (m)	Peso kg	Elemento	V (m3)
14	45	38,638	144,37	Ménsula	0.88
16	40	22,136	138,01	-	-
Total	85	81,36	282,38		0.88

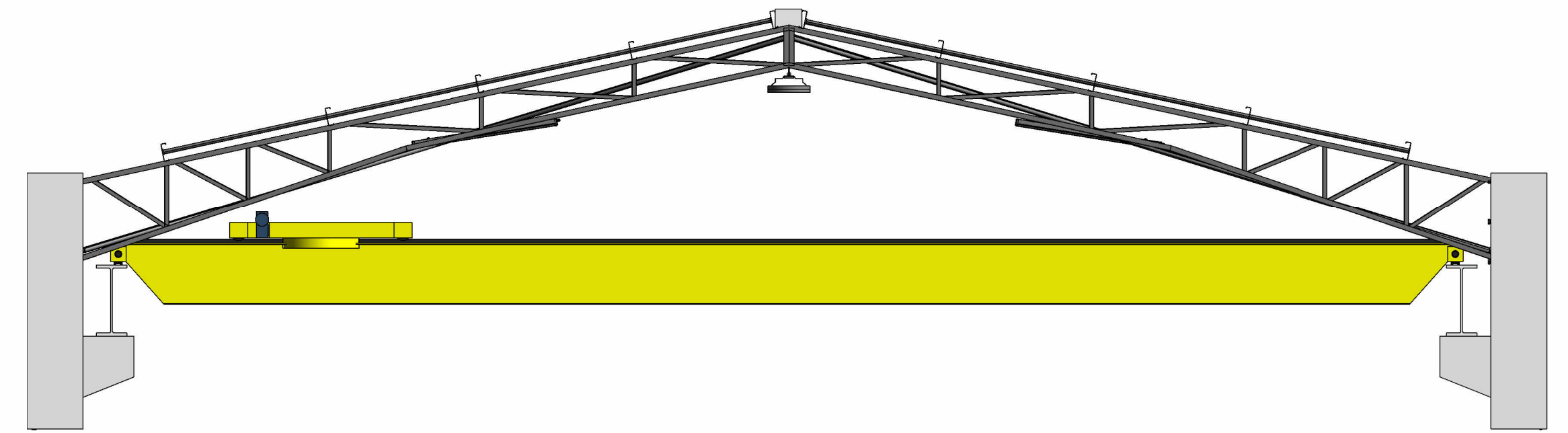
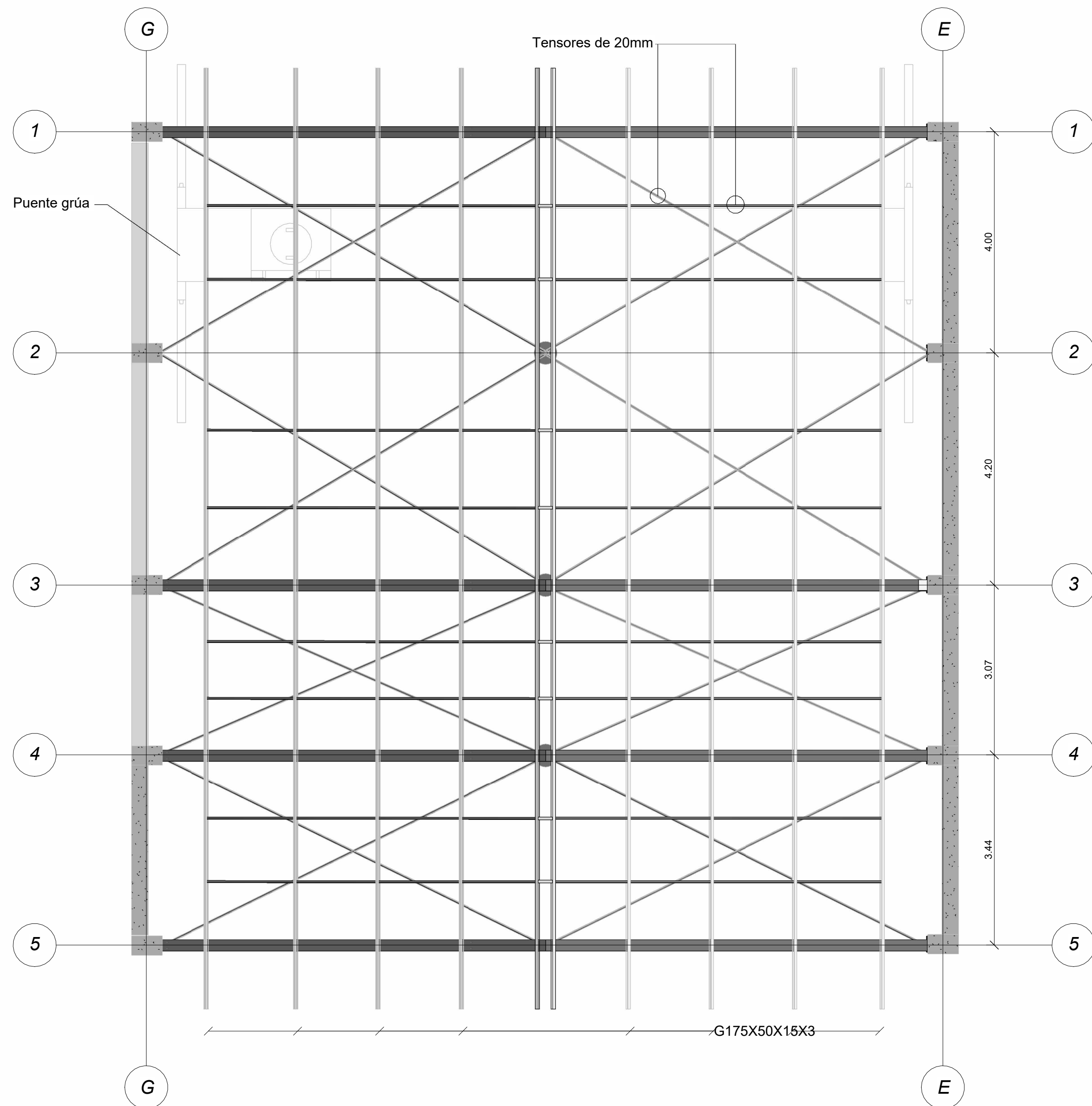
RESUMEN MATERIALES PARA COLUMNAS-NAVE					
Acero fy=4200 kg/cm2			Hormigón f'c=210kg/cm2		
φ mm	Cantidad	Longitud de barra (m)	Peso kg	Elemento	V (m3)
10	16	81,36	100,32	Columna	11,50
12	1235	81,36	1286,82	-	-
25	80	81,36	3384,01	-	-
Total	1251	81,36	4771,15		11,50

RESUMEN MATERIALES PARA COLUMNAS-OFCINA					
Acero fy=4200 kg/cm2			Hormigón f'c=210kg/cm2		
φ mm	Cantidad	Longitud de barra (m)	Peso kg	Elemento	V (m3)
12	1634	28873	1102,25	Columna	7,14
18	152	257877	1387,13	-	-
Total	1786	383875	4771,15		7,14

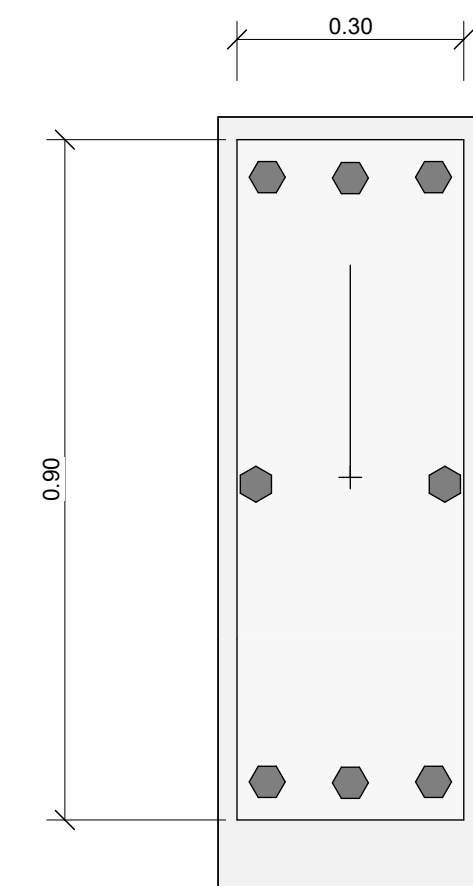
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	
-NORMAS ASTM	
-REGLAMENTO ACI 318-2019	
-(RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)	
-RESISTENCIA DEL ACERO ASTM 706 fy=4200kg/cm ²	
-HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS Y VIGAS PARA NAVE INDUSTRIAL f'c=210 kg/cm ² Y OFICINAS f'c=210 kg/cm ²	
-HORMIGÓN DE LOSA f'c=240kg/cm ²	
-HORMIGÓN DE MURO DE CONTENCIÓN f'c=240kg/cm ²	
-ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm ² .	
-ACERO ESTRUCTURAL DE PLACAS Y PERFILES ASTM A-36.	
-RECUBRIMIENTOS: -COLUMNAS R=4cm -MUROS R=4cm -VIGAS R=4cm -ZAPATAS R=7.5cm -MÉNSULAS R=3.5cm	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño Estructural del laboratorio Multidisciplinar para la FICT			
CONTENIDO: Alzados de Columnas de oficinas y nave industrial			
Coordinador de materia integradora: Msc. Ing Andrés Velasteguí	Tutores de conocimientos específicos: Msc. Carlos Quisphe	Integrantes: Karla Odalys Dumes Guerrero Fabricio José Zambrano Ortiz	Fecha: Enero del 2024
Tutor de Area de conocimientos: Msc. Carlos Quisphe			Lámina: Escala: A104 Indicada

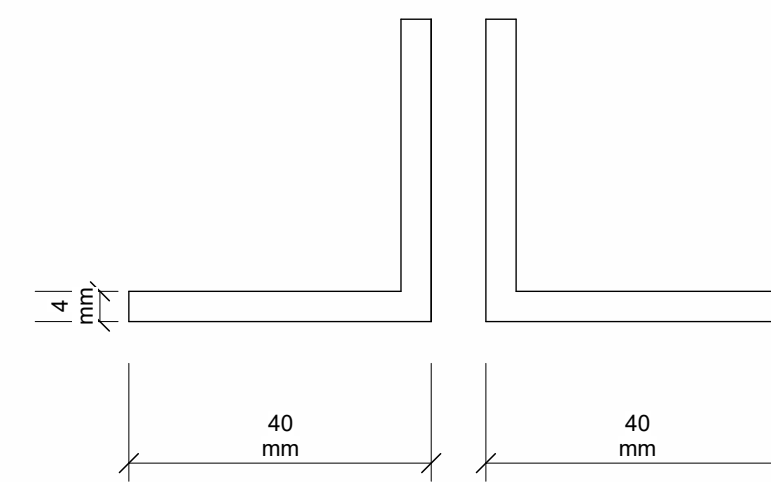
Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión rectal ^{III} en "A"	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	4d _b	Mayor de 6d _b y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	6d _b	12d _b	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	4d _b	Mayor de 6d _b y 75 mm	
	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		



2 Fachada frontal de la cubierta del Galpón



1 Detalle de placas y pernos
1 : 10



Diagonales 2L 40x40x4
1 : 10

PLANILLA DE ACERO ESTRUCTURAL CUBIERTA METÁLICA														
CARACTERÍSTICAS					DIMENSIONES (mm)					Peso				
Marca	Tipo	Sección	Cantidad	Elemento	Cantidad Total	h	b	tb	tw	e	Área (cm ²)	Longitud (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
C1	CORDONES C TIPO1	200x50x4	60	1	60	200	50	4			11,95	1,00	8,95	537,00
C2	CORDONES C TIPO2	200x50x4	50	1	50	200	50	4			11,95	1,50	8,95	671,25
C3	CORDONES C TIPO3	200x50x4	10	1	10	200	50	4			11,95	0,60	8,95	53,70
G	CORREA G	175x50x15x3	10	1	10	175	50	15	3		8,56	17,00	6,66	1.132,20
2C	2C	200x50x4	10	1	10	200	50	4			23,90	24,00	17,90	4.296,00
X	TENSORES X	20mm	16	1	16					20	3,14	8,04	2,47	317,42
A	TENSORES tipo 2	20mm	16	1	16					20	3,14	7,26	2,47	286,45
2L	diagonales 2l (0,6)	2L40X40X4	110	1	110	40	40		4		2,90	0,60	4,56	300,96
2L	diagonales 2l (1,2)	2L40X40X4	110	1	110	40	40		4		2,90	1,20	4,56	601,92
2L	diagonales 2l (0,80)	2L40X40X4	110	1	110	40	40		4		2,90	0,80	4,56	401,28
2L	diagonales 2l (0,40)	2L40X40X4	110	1	110	40	40		4		2,90	0,40	4,56	200,64
TOTAL														6.690,15

PLANILLA DE ACERO ESTRUCTURAL PLACAS Y PERNOS														
CARACTERÍSTICAS					DIMENSIONES (mm)					Peso				
Marca	Tipo	Sección	Cantidad	Elemento	Cantidad Total	h	b	tb	tw	e	Área (cm ²)	Longitud (cm)	Unitario (Kg)	Total (Kg)
PL	PLACA	PL 250X200X8	10	1	10	250	250	4			625,00	0,40	1,962	19,625
Pernos	Pernos	phi 1"	8	10	80	25					490,87	8,00	30,827	2.466,150
TOTAL														19,63

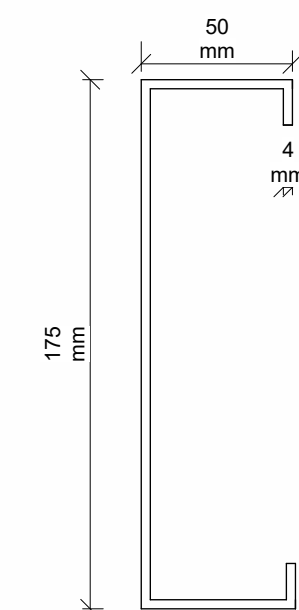
3 Cubierta del Galpón
1 : 60

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS	
1. ACERO ASTM A36	-LÍMITE DE FLUENCIA 2530 KG/CM ² -LÍMITE DE RUPTURA 4080 KG/CM ²
2. ACERO A653 GR50	-LÍMITE DE FLUENCIA 3515.35 KG/CM ² -LÍMITE DE RUPTURA 4570 KG/CM ²
3. SOLDADURA TIPO CONTINUA EN TODOS LOS ELEMENTOS Y CONEXIONES: ASTM-AWS E/7018	

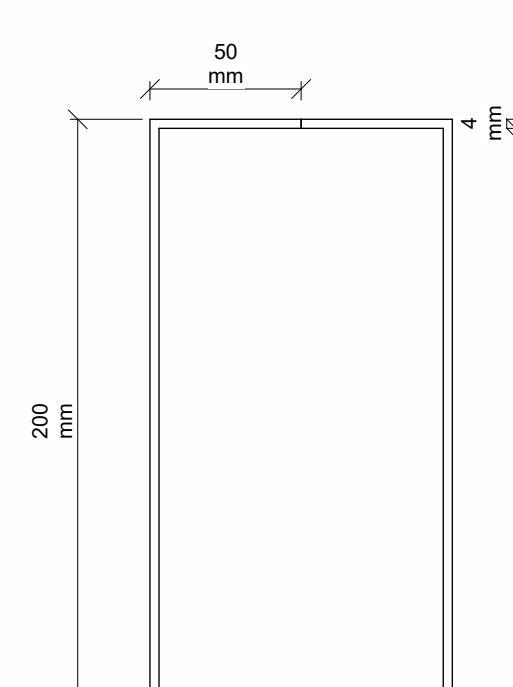
NOTAS GENERALES

1. LAS DIMENSIONES SE INDICAN EN METROS A EXCEPCIÓN DE QUE SE MENCIONE OTRA.
2. COORDINAR CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ANTES DE EMPEZAR LABORES DE CONSTRUCCIÓN.
3. VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS Y ELEVACIONES ANTES DE INICIAR CUALQUIER ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN.
4. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
5. EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN CENTIMETROS
6. EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
7. LAS MEDIDAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
8. SOLDADURA E7018 ELEMENTOS PRINCIPALES, CONEXIONES Y ELEMENTOS SECUNDARIOS.
9. PARA DETALLES DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REVISAR PLANOS.

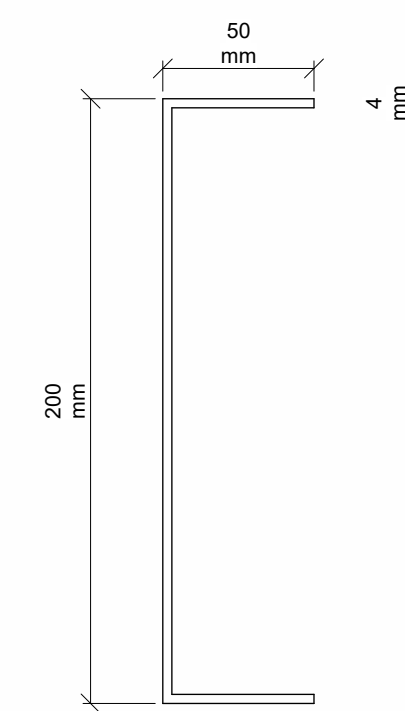
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN.



Correas 175x50x15x3
1 : 25

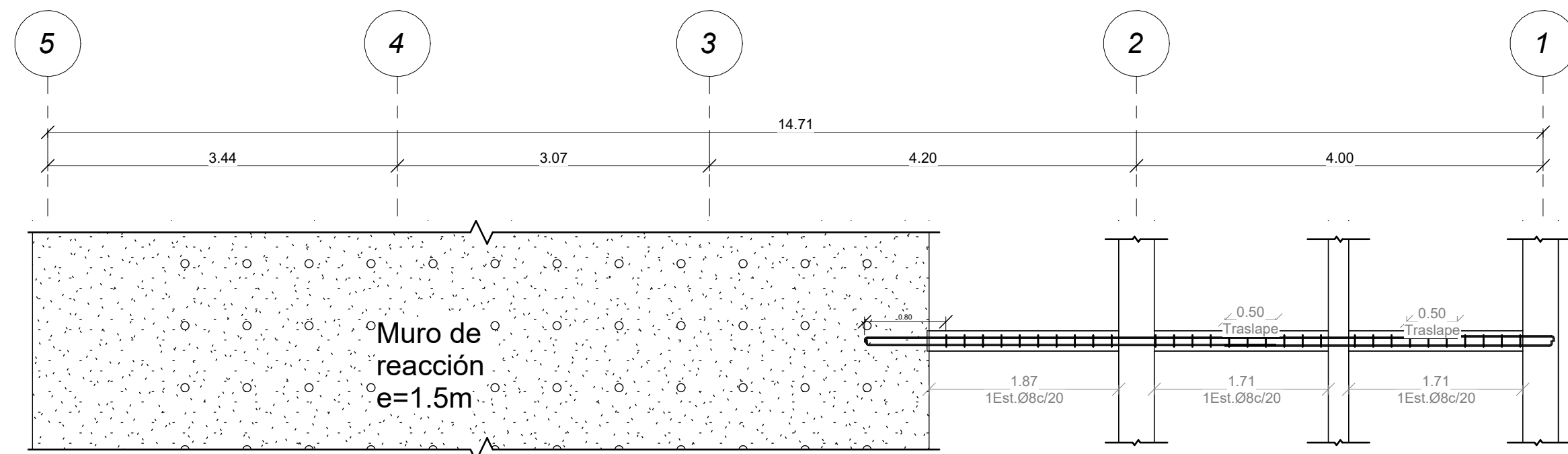


2C200x50x4
1 : 25



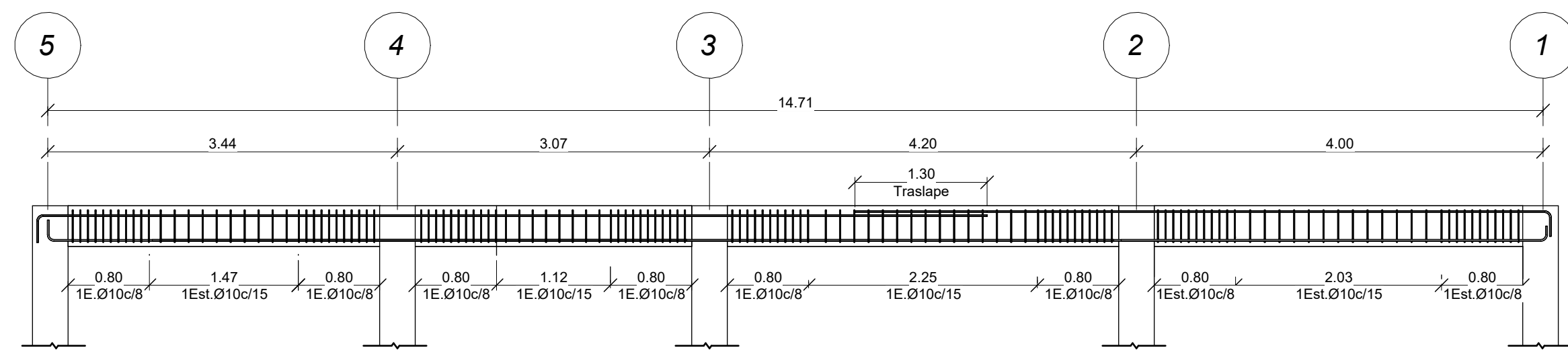
Cordones C200x50x4
1 : 25

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		Laboratorio Multidisciplinario	
CONTENIDO:		Cubierta del Galpón	
Coordinador de materia integradora:	Tutores de conocimientos específicos:	Integrantes:	Fecha
Tutor de Area de conocimientos:	Msc. Carlos Quisphe	Karla Odalys Dumes Guerrero Fabricio José Zambrano Ortiz	Enero 2024
Msc. Carlos Quisphe			Lámina: Escala: A105 Indicada



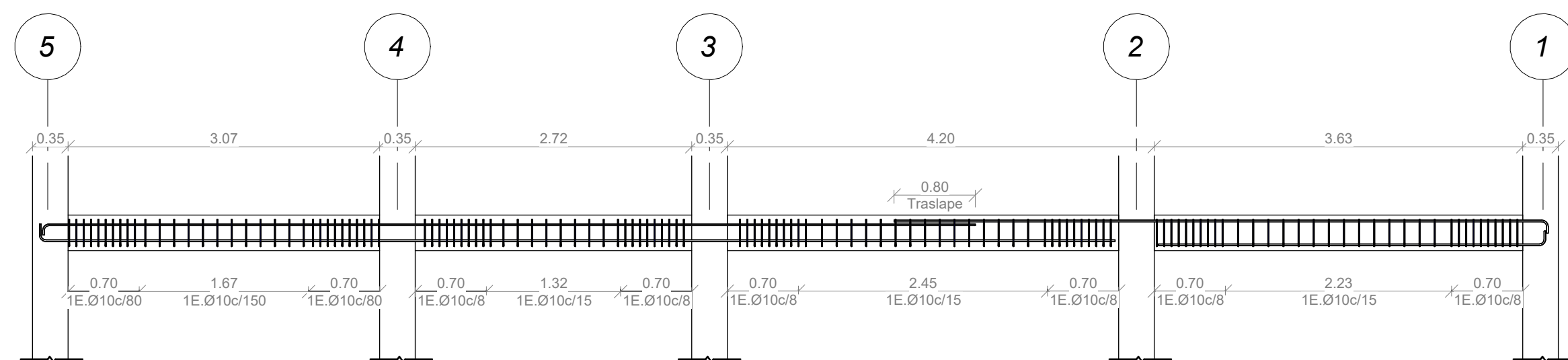
1 Alzado de la vigueta 15x20

1 : 50



5 Alzado de la viga 30x40

1 : 50



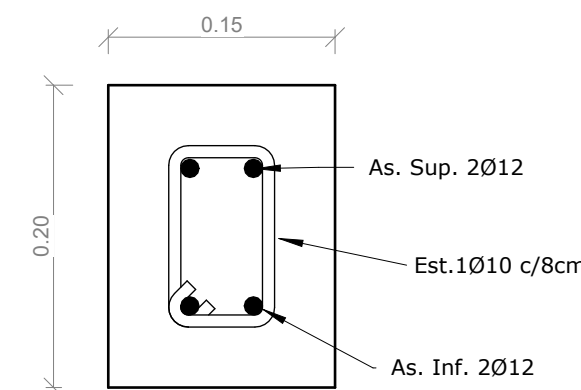
7 Alzado de viga 25x35

1 : 50

NOTAS GENERALES

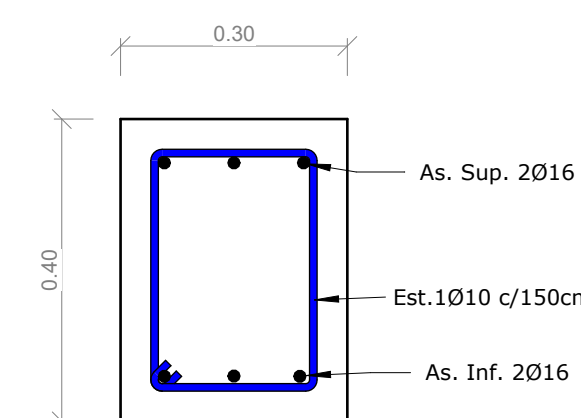
1. LAS DIMENSIONES SE INDICAN EN METROS A EXCEPCIÓN DE QUE SE MENCIONE OTRA.
2. COORDINAR CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ANTES DE EMPEZAR LABORES DE CONSTRUCCIÓN.
3. VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS Y ELEVACIONES ANTES DE INICIAR CUALQUIER ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN.
4. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
5. EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN CENTIMETROS
6. EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
7. LAS MEDIDAS PREVALECCEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
8. SOLDADURA E7018 ELEMENTOS PRINCIPALES, CONEXIONES Y ELEMENTOS SECUNDARIOS.
9. PARA DETALLES DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REVISAR PLANOS.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN.



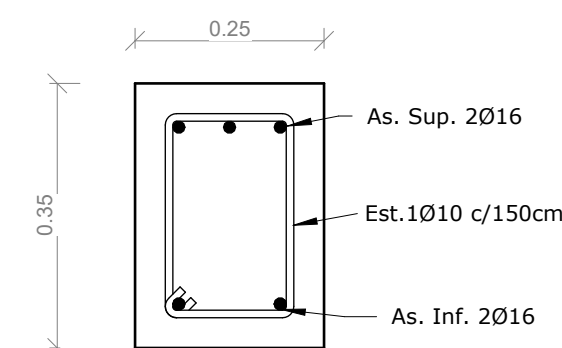
2 Sección A de la vigueta 15X20

1 : 5



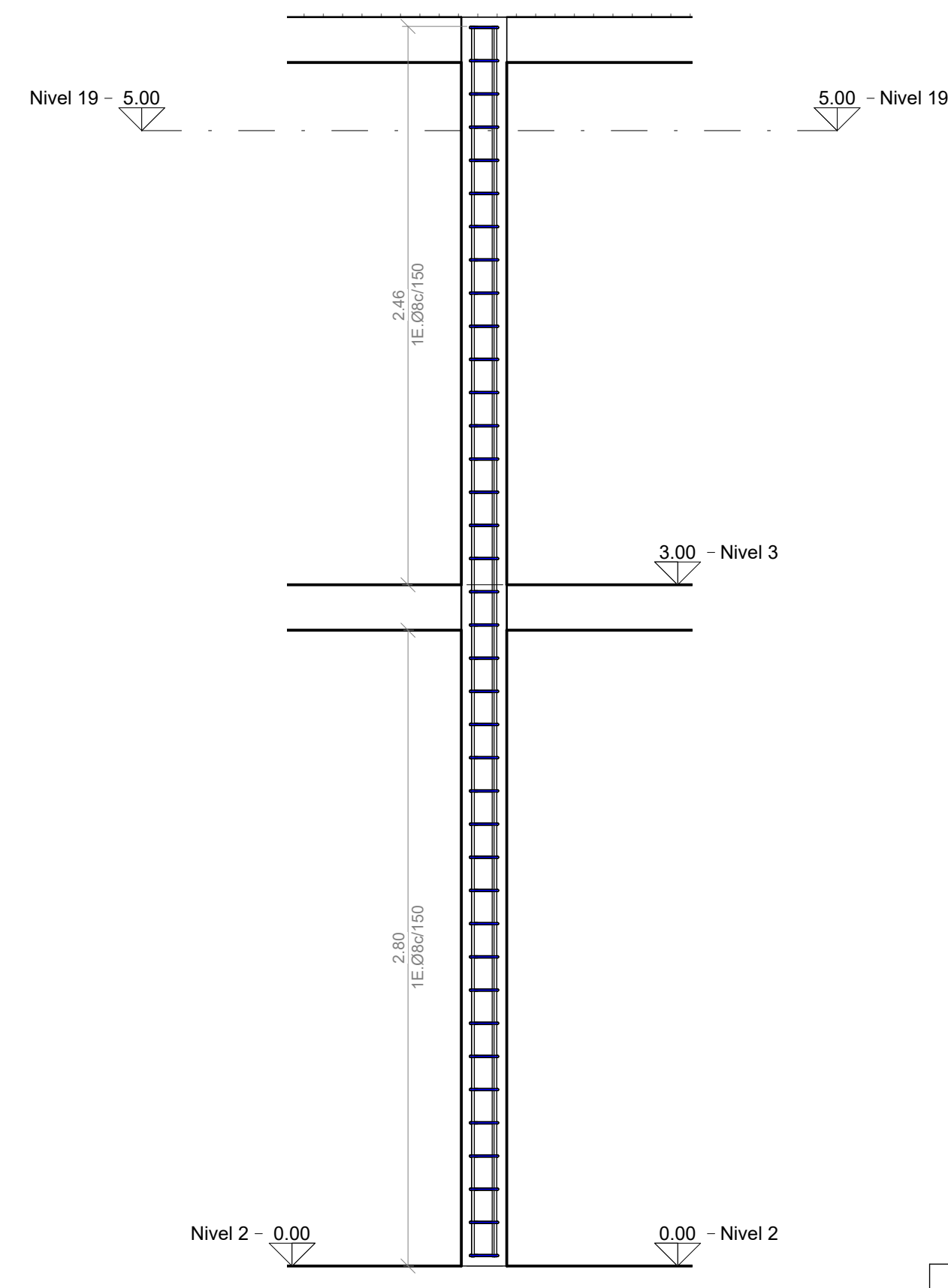
6 Sección A de viga 30x40

1 : 10



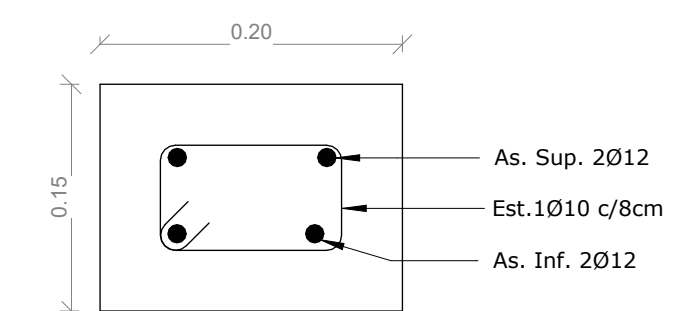
8 Sección A de la viga 25x35

1 : 10



3 ALZADO DE COLUMNETA 15X20

1 : 25



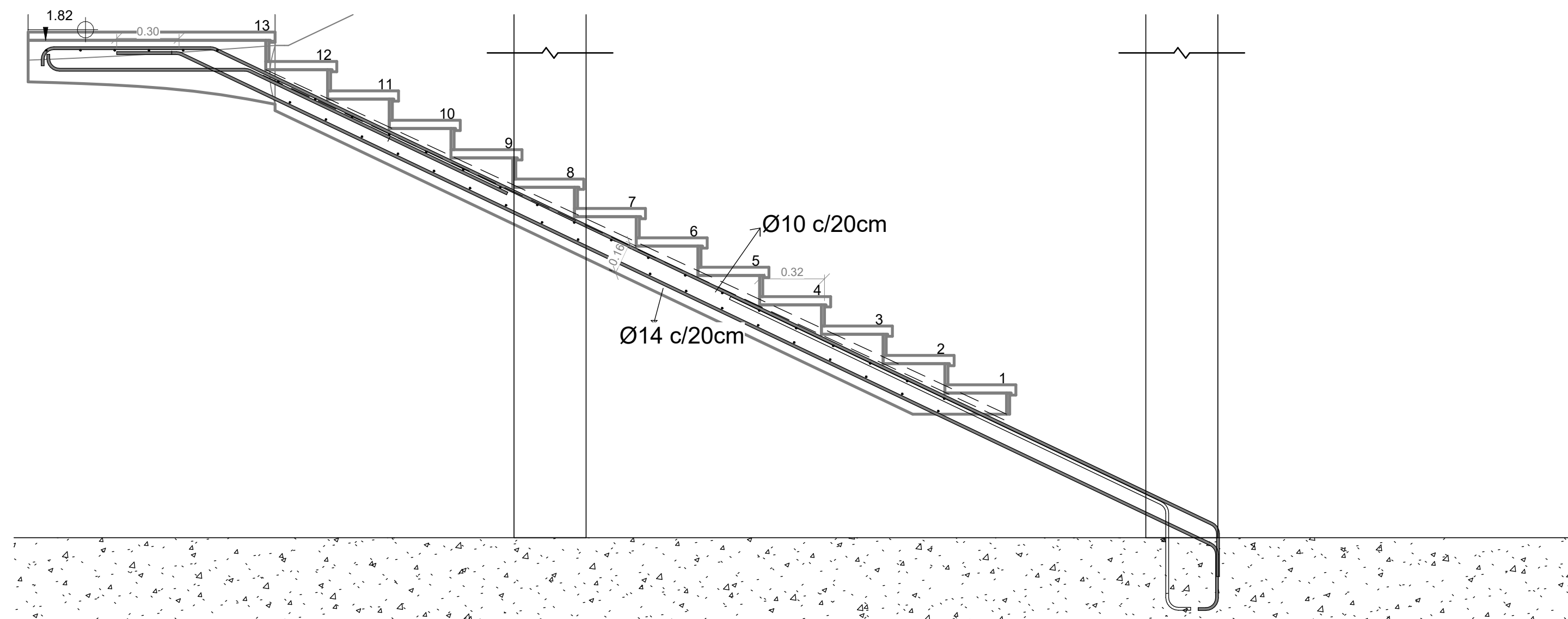
4 Sección A de columnetas 15X20

1 : 5

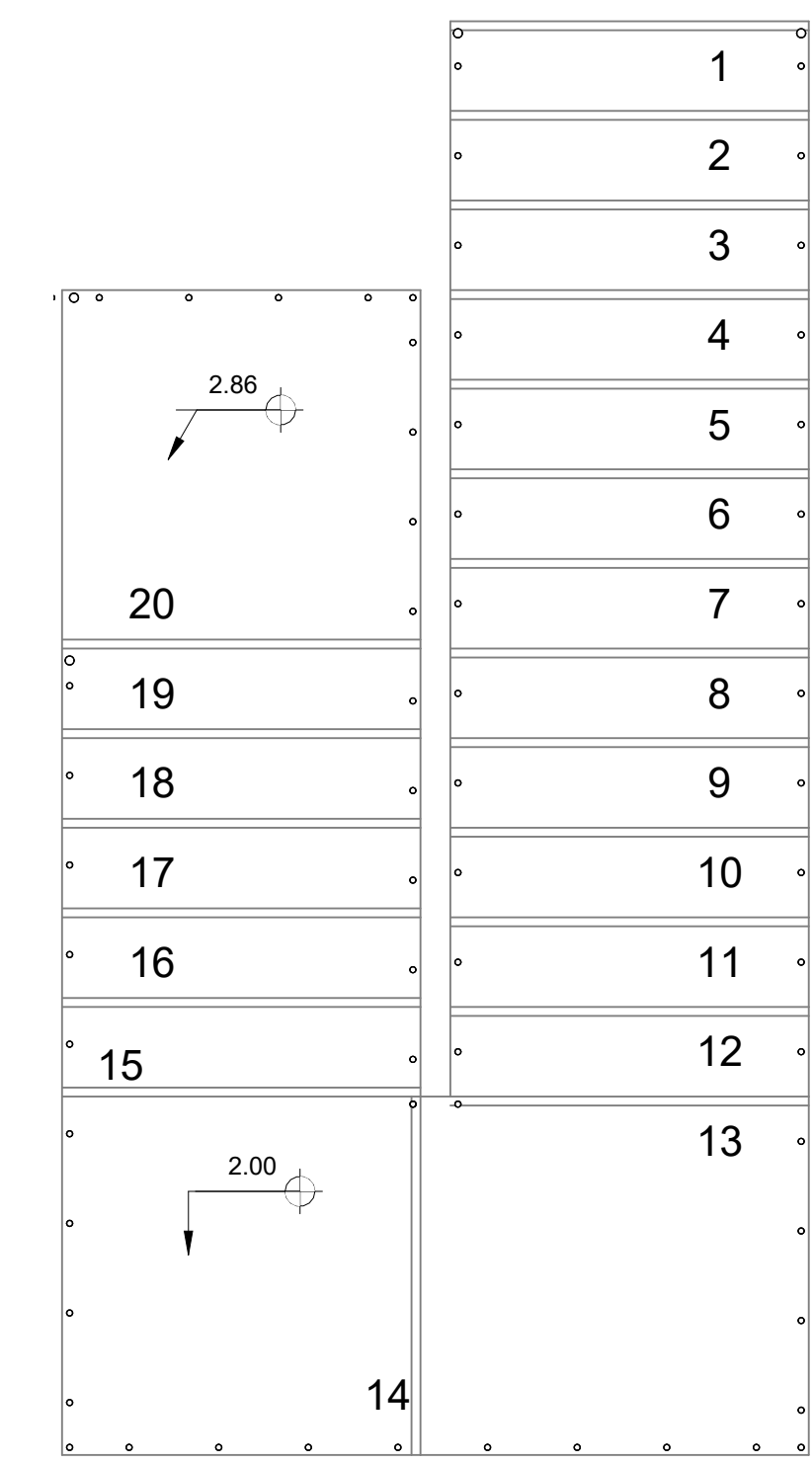
RESUMEN MATERIALES PARA VIGAS NAVE					
φ mm	Cantidad	Longitud de barra	Peso kg	Hormigón f _c =210kg/cm ²	
				Elemento	V (m ³)
8	60	2,306	9,1	Vigas	4,69
10	263	25,812	174,7	-	-
12	16	29,31	52,04	-	-
16	27	84,521	330,69	-	-
Total	366	141,949	566,53		4,69

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	
<ul style="list-style-type: none"> -NORMAS ASTM -REGLAMENTO ACI 318-2019 -(RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS) -RESISTENCIA DEL ACERO ASTM 706 f_y=4200kg/cm² -HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS Y VIGAS PARA NAVE INDUSTRIAL f_c=210 kg/cm² Y OFICINAS f_c=210 kg/cm² -HORMIGÓN DE LOSA f_c=240kg/cm² -HORMIGÓN DE MURO DE CONTENCIÓN f_c=240kg/cm² -ACERO DE REFUERZO f_y=4200 kg/cm². -ACERO ESTRUCTURAL DE PLACAS Y PERFILES ASTM A-36. -RECUBRIMIENTOS: -COLUMNAS R=4cm -MUROS R=4cm -VIGAS R=4cm -ZAPATAS R=7.5cm -MÈNSULAS R=3.5cm 	

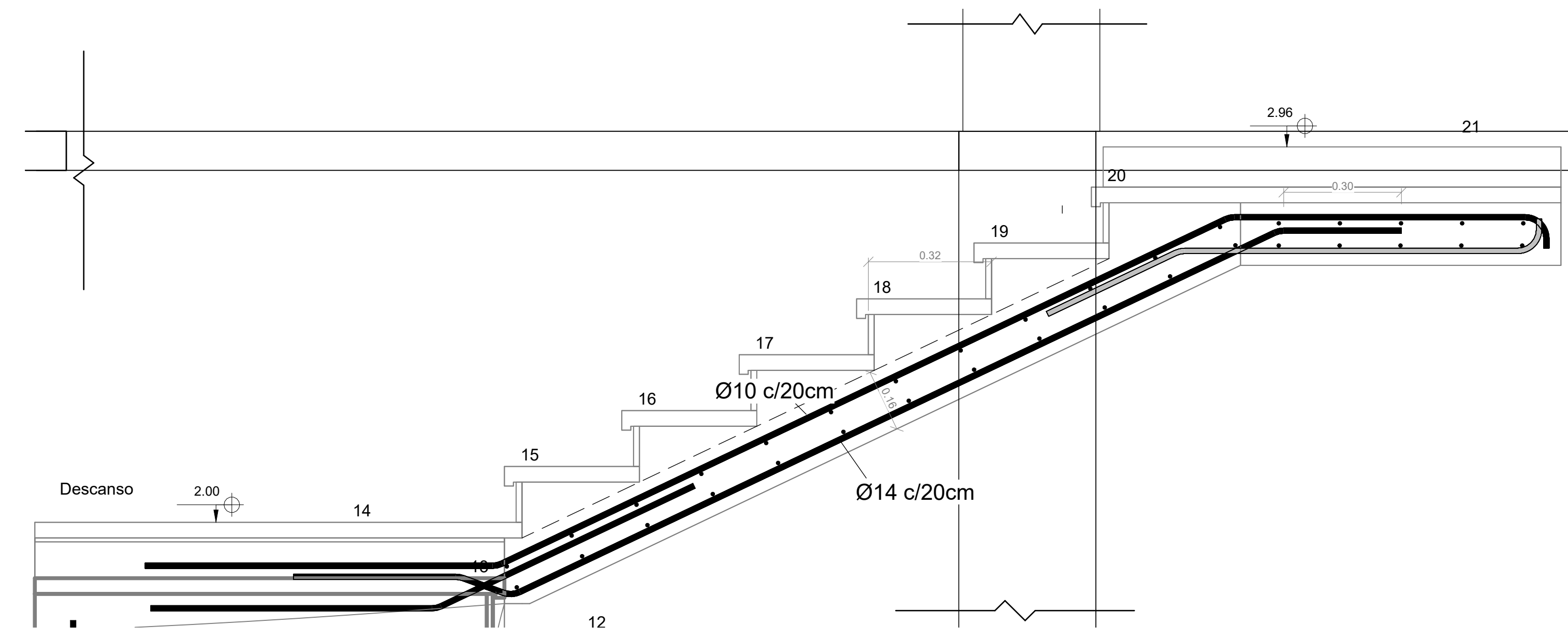
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
Diseño Estructural del laboratorio Multidisciplinar para la FICT			
CONTENIDO:			
Alzados de viguetas y columnetas de la Nave industrial			
Coordinador de materia integradora:	Tutores de conocimientos específicos:	Integrantes:	Fecha
Msc. Ing Andrés Velasteguí	Msc. Carlos Quisphe	Karla Odalys Dumes Guerrero	Enero del 2024
Tutor de Area de conocimientos:		Fabrizio José Zambrano Ortiz	Lámina: Escala:
Msc. Carlos Quisphe			A106 Indicada



1 Tramo 1 de escaleras
1 : 20



3 Planta de escalera
1 : 25



4 Tramo 2 de escaleras
1 : 20

RESUMEN MATERIALES PARA ESCALERAS					
Acero fy=4200 kg/cm ²				Hormigón f'c=210kg/cm ²	
φ mm	Cantidad	Longitud de barra (m)	Peso kg	Elemento	V (m ³)
10	38	2,28	26,71	Escalera	2,43
14	38	18,12	240,25	-	-
Total	76	20,4	266,96		2,43

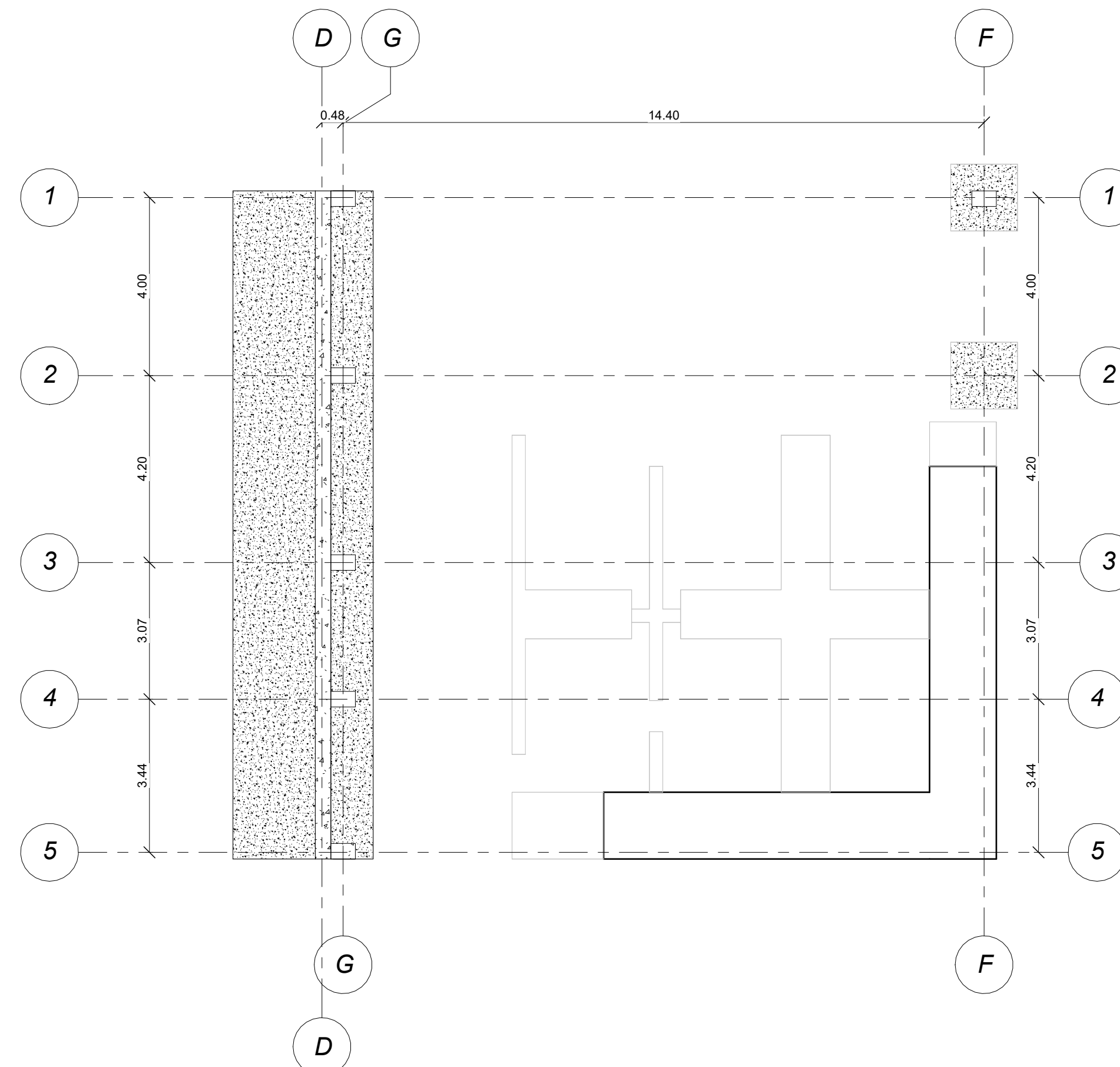
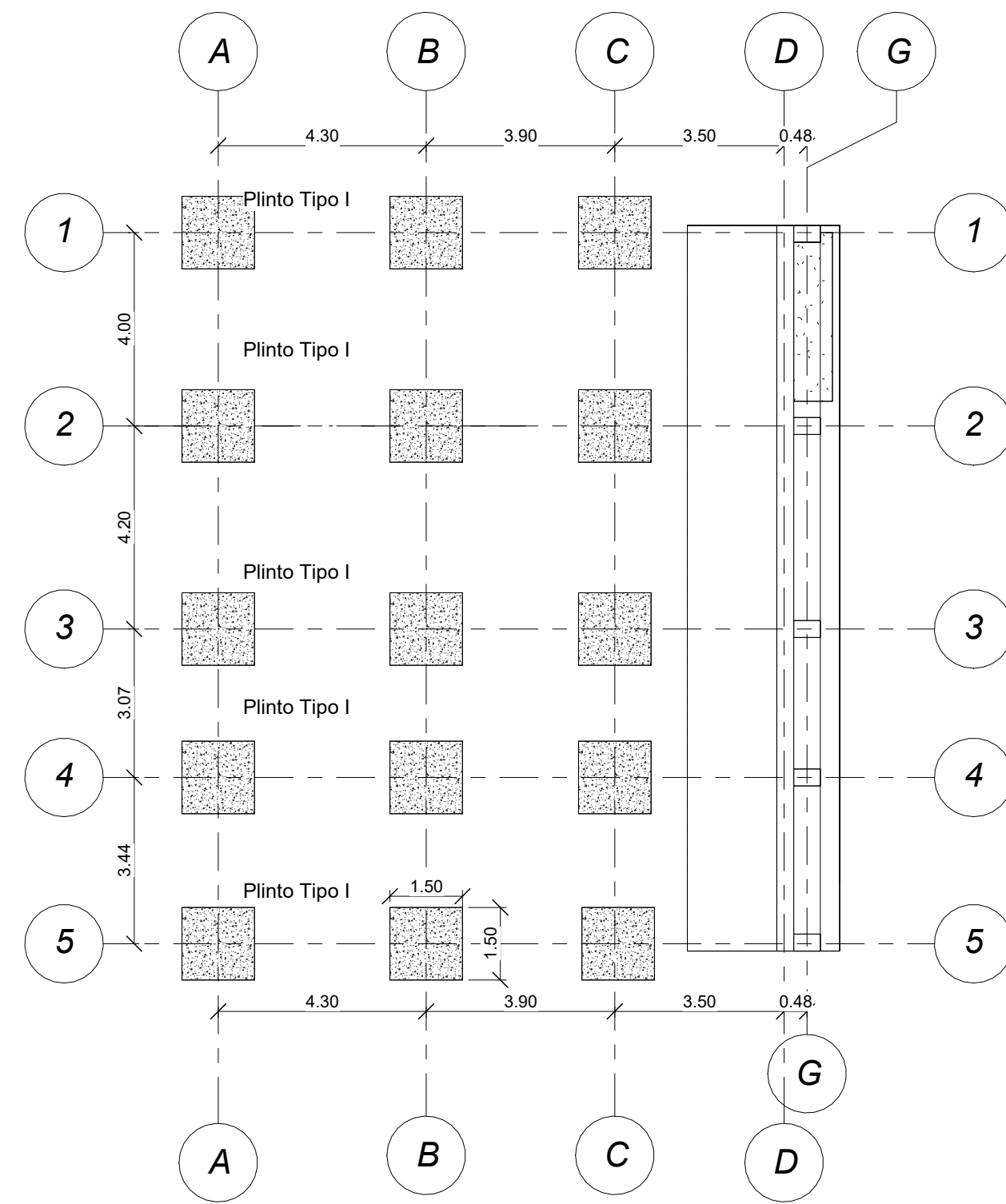
ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	
-NORMAS ASTM	
-REGLAMENTO ACI 318-2019	
-RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS	
-RESISTENCIA DEL ACERO ASTM 706 fy=4200kg/cm ²	
-HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS Y VIGAS PARA NAVE INDUSTRIAL f'c=210 kg/cm ² Y OFICINAS f'c=210 kg/cm ²	
-HORMIGÓN DE LOSA f'c=240kg/cm ²	
-HORMIGÓN DE MURO DE CONTENCIÓN f'c=240kg/cm ²	
-ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm ²	
-ACERO ESTRUCTURAL DE PLACAS Y PERFILES ASTM A-36	
-RECUBRIMIENTOS: -COLUMNAS R=4cm -MUROS R=4cm -VIGAS R=4cm -ZAPATAS R=7.5cm -MÉNSULAS R=3.5cm	

NOTAS GENERALES

1. LAS DIMENSIONES SE INDICAN EN METROS A EXCEPCIÓN DE QUE SE MENCIONE OTRA.
2. COORDINAR CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ANTES DE EMPEZAR LABORES DE CONSTRUCCIÓN.
3. VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS Y ELEVACIONES ANTES DE INICIAR CUALQUIER ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN.
4. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
5. EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN CENTIMETROS
6. EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
7. LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
8. SOLDADURA E7018 ELEMENTOS PRINCIPALES, CONEXIONES Y ELEMENTOS SECUNDARIOS.
9. PARA DETALLES DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REVISAR PLANOS.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
Diseño Estructural del laboratorio Multidisciplinar para la FICT			
CONTENIDO:			
Escaleras			
Coordinador de materia integradora:	Tutores de conocimientos específicos:	Integrantes:	Fecha
Msc. Ing Andrés Velasteguí	Msc. Carlos Quisphe	Karla Odalys Dumes Guerrero	Enero del 2024
Tutor de Area de conocimientos:		Fabrizio José Zambrano Ortiz	Lámina: Escala:
Msc. Carlos Quisphe			A107 Indicada



Mc	Diámetro de barra (mm)	Peso de refuerzo (kg)	DIMENSIONES (mm)										Número de armadura	Longitud de barra (m)	
			A	B	C	D	E	F	G	H	J	K			
301	12	7,54	0	105	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	93	24,382
302	12	7,93	0	100	1350	100	0	0	0	0	0	0	0	101	25,636

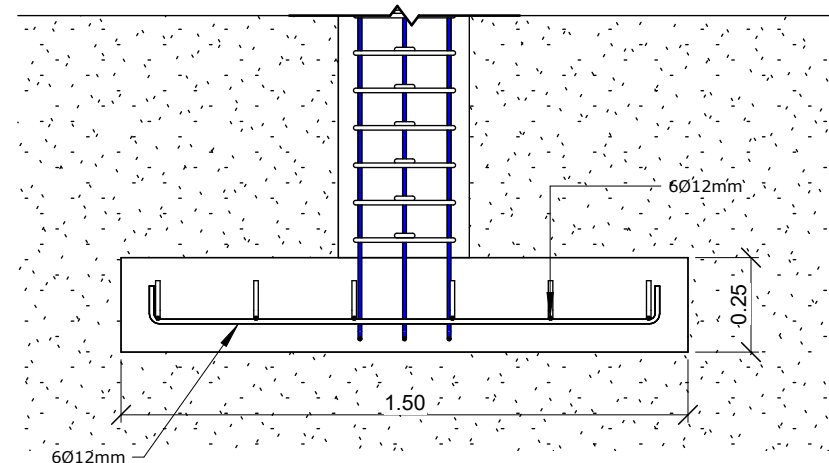
1 Implantación de oficinas

1 : 125

2 Plintos Nave implantación

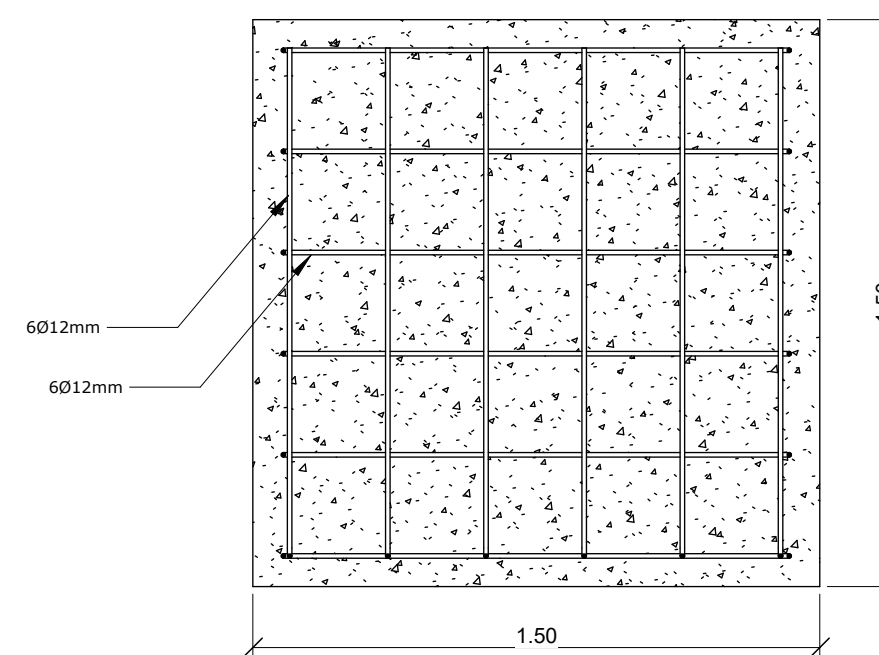
1 : 100

RESUMEN MATERIALES PARA CIMENTACIONES					
Acero fy=4200 kg/cm ²			Hormigón f'c=210kg/cm ²		
φ mm	Cantidad	Longitud de barra	Peso kg	Elemento	V (m ³)
12	102	24382	128,23	Zapata	8,44
18	102	25636	134,83	-	-
Total	204	50018	263,06		8,44



3 Detalle de Acero Zapatas

1 : 20



4 Vista en Planta - Detalle de Acero

1 : 20

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS

- ACERO ASTM A36
 - LÍMITE DE FLUENCIA 2530 KG/CM²
 - LÍMITE DE RUPTURA 4080 KG/CM²
- ACERO A653 GR50
 - LÍMITE DE FLUENCIA 3515.35 KG/CM²
 - LÍMITE DE RUPTURA 4570 KG/CM²
- SOLDADURA TIPO CONTINUA EN TODOS LOS ELEMENTOS Y CONEXIONES: ASTM-AWS E/7018

ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- NORMAS ASTM
- REGlamento ACI 318-2019
- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS
- RESISTENCIA DEL ACERO ASTM 706 fy=4200kg/cm²
- HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS Y VIGAS PARA NAVE INDUSTRIAL f'c=210 kg/cm² Y OFICINAS f'c=210 kg/cm²
- HORMIGÓN DE LOSA f'c=240kg/cm²
- HORMIGÓN DE MURO DE CONTENCIÓN f'c=240kg/cm²
- ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm².
- ACERO ESTRUCTURAL DE PLACAS Y PERFILES ASTM A-36.
- RECUBRIMIENTOS: -COLUMNAS R=4cm -MUROS R=4cm -VIGAS R=4cm -ZAPATAS R=7.5cm -MÈNSULAS R=3.5cm

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

Diseño Estructural del laboratorio Multidisciplinar para la FICT

CONTENIDO:

Cimentación oficinas y nave industrial

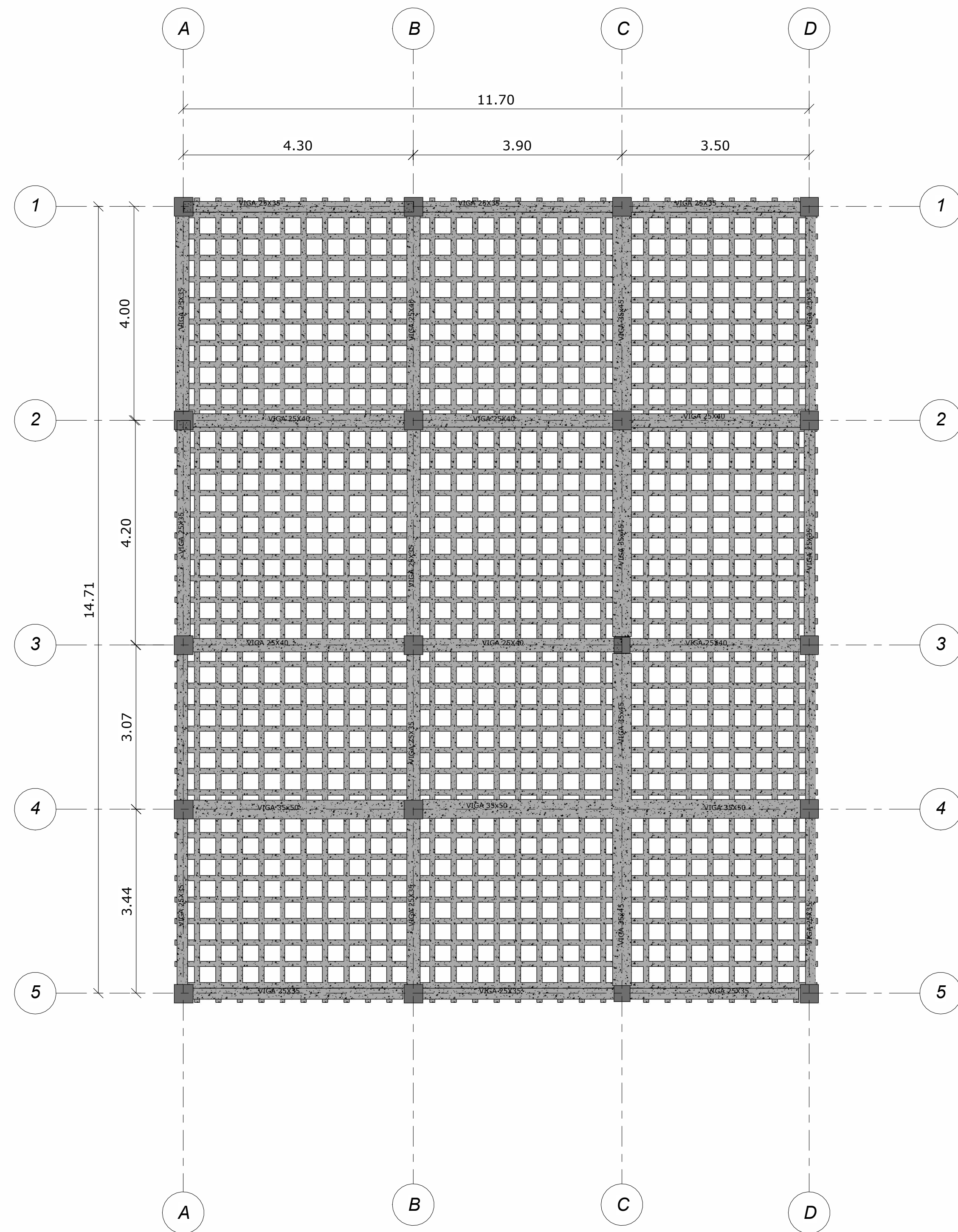
Coordinador de materia integradora: Msc. Ing. Andrés Velastegui	Tutores de conocimientos específicos: Msc. Carlos Quispe	Integrantes: Karla Odalys Dumes Guerrero Fabricio José Zambrano Ortiz	Fecha: 5 de enero del 2024
Tutor de Área de conocimientos: Msc. Carlos Quispe		Lámina: A108	Escala: Indicada

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ^{III} l _{ext} + A	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16 No. 19 a No. 25	4d _b 6d _b	Mayor de 6d _b y 75 mm 12d _b	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16 No. 19 a No. 25	4d _b 6d _b	Mayor de 6d _b y 75 mm	
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16 No. 19 a No. 25	4d _b 6d _b	Mayor de 4d _b y 65 mm	

NOTAS GENERALES

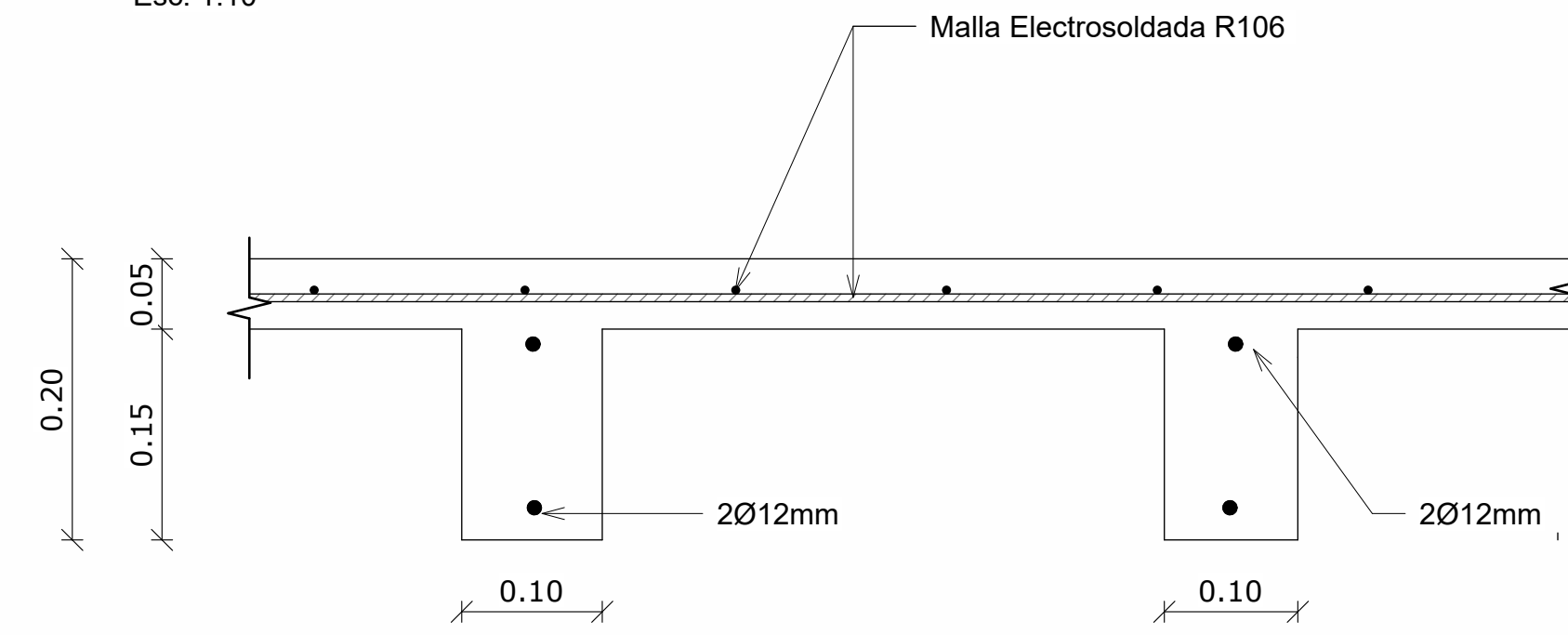
- LAS DIMENSIONES SE INDICAN EN METROS A EXCEPCIÓN DE QUE SE MENCIONE OTRA.
- COORDINAR CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ANTES DE EMPEZAR LABORES DE CONSTRUCCIÓN.
- VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS Y ELEVACIONES ANTES DE INICIAR CUALQUIER ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN.
- LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
- EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN CENTIMETROS
- EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
- LAS MEDIDAS PREVALECEAN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
- SOLDADURA E7018 ELEMENTOS PRINCIPALES, CONEXIONES Y ELEMENTOS SECUNDARIOS.
- PARA DETALLES DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REVISAR PLANOS.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN.



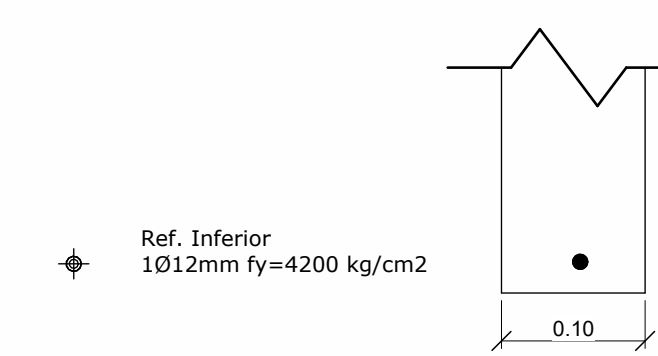
CORTE DE LOSA NERVADA e=20cm.

Esc. 1:10



Detalle 1: Nervio Losa Nervada

Esc. 1:5



PLANILLA DE ACERO DE REFUERZO															
nervios															
CARACTERISTICAS					DIMENSIONES (m)						Longitud		Peso		
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro (mm)	a	b	c	d	e	f	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
MC-501	I	2	31	62	Ø12	0,00	11,46	0,00	0,00	0,00	0,00	11,46	710,52	0,888	630,942
MC-502	I	2	35	70	Ø12	0,00	14,46	0,00	0,00	0,00	0,00	14,46	1.012,20	0,888	898,834
TOTAL															1.529,78 kg

Tipo de gancho estándar	Díametro de la barra	Díametro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ^{III} , mm	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	12d _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	12d _b	

ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

- NORMAS ASTM
- REGLAMENTO ACI 318-2019
- RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO ASTM 706 fy=4200kg/cm²
- HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS Y VIGAS PARA NAVE INDUSTRIAL f'c=210 kg/cm² Y OFICINAS f'c=210 kg/cm²
- HORMIGÓN DE LOSA f'c=240kg/cm²
- HORMIGÓN DE MURO DE CONTENCIÓN f'c=240kg/cm²
- ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm²
- ACERO ESTRUCTURAL DE PLACAS Y PERFILES ASTM A-36.
- RECUBRIMIENTOS: -COLUMNAS R=4cm -MUROS R=4cm -VIGAS R=4cm -ZAPATAS R=7.5cm -MÈNSULAS R=3.5cm

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

PROYECTO:
Diseño Estructural del laboratorio Multidisciplinar para la FICT

CONTENIDO:
Losa de Oficina

Coordinador de materia integradora: Msc. Ing. Andrés Velasteguí	Tutores de conocimientos específicos: Msc. Carlos Quispe	Integrantes: Karla Odalys Dumes Guerrero Fabrizio José Zambrano Ortiz	Fecha: 5 de enero del 2024
Tutor de Area de conocimientos: Msc. Carlos Quispe			Lámina: A109
			Escala: Indicada

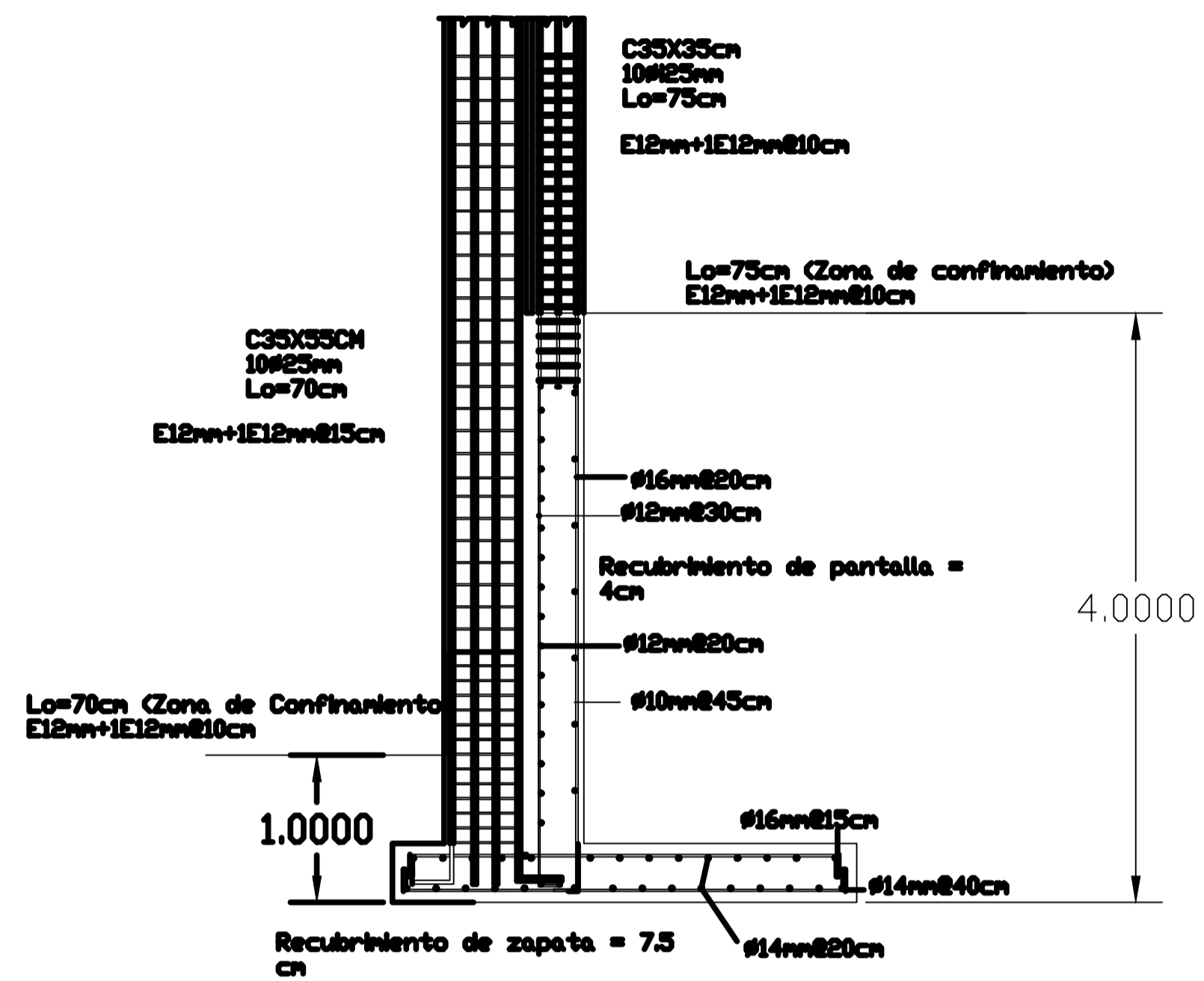
1 Alzado de Losa Oficina

1 : 60

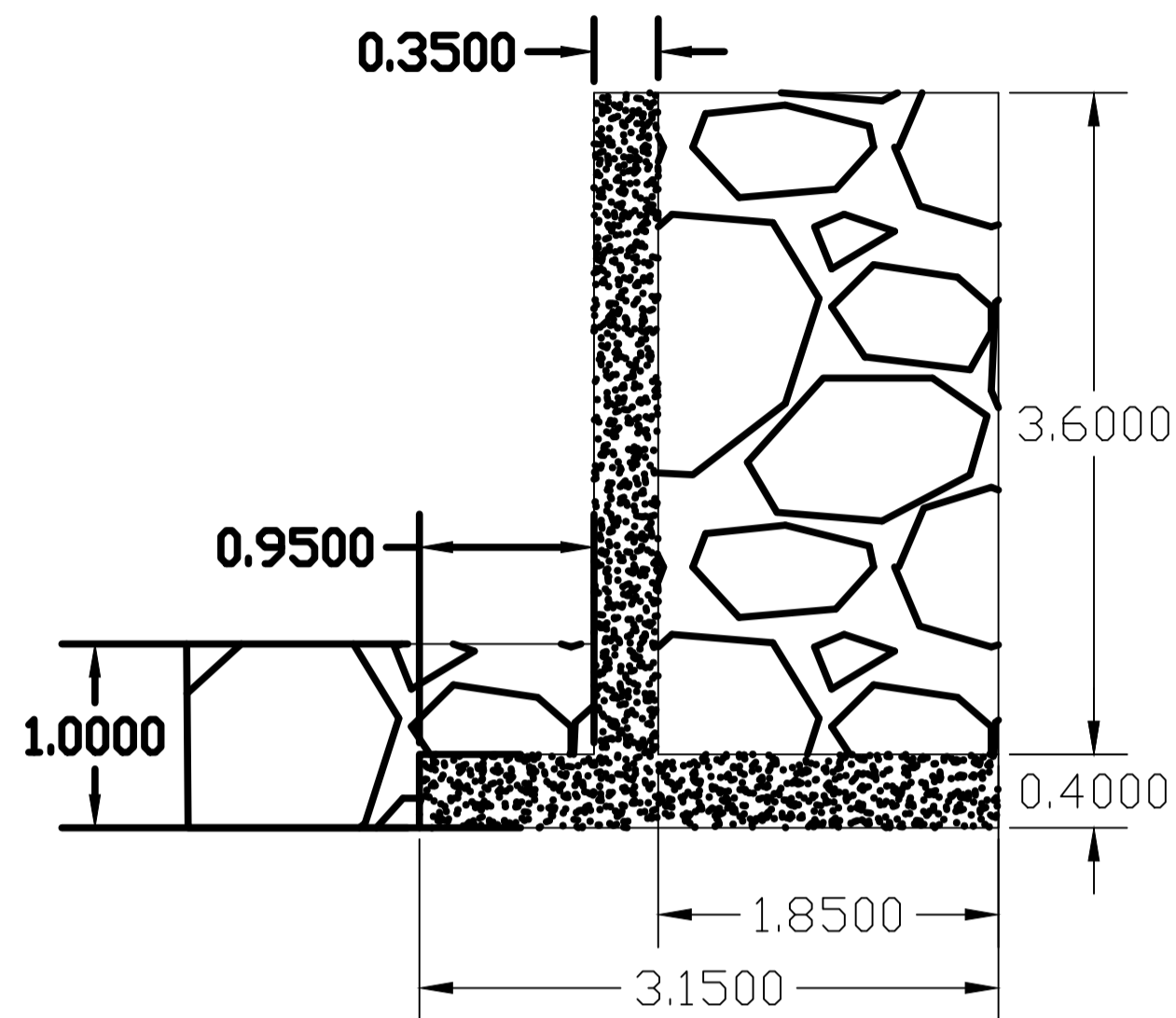
NOTAS GENERALES

1. LAS DIMENSIONES SE INDICAN EN METROS A EXCEPCIÓN DE QUE SE MENCIONE OTRA.
2. COORDINAR CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ANTES DE EMPEZAR LABORES DE CONSTRUCCIÓN.
3. VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS Y ELEVACIONES ANTES DE INICIAR CUALQUIER ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN.
4. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILIMETROS
5. EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTA DADO EN CENTIMETROS
6. EL DIAMETRO DEL ACERO ESTA DADO EN MILIMETROS EN TODOS LOS DETALLES
7. LAS MEDIDAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
8. SOLDADURA E7018 ELEMENTOS PRINCIPALES, CONEXIONES Y ELEMENTOS SECUNDARIOS.
9. PARA DETALLES DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REVISAR PLANOS.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN.



DETALLE DE ACERO
ESCALA 1:7

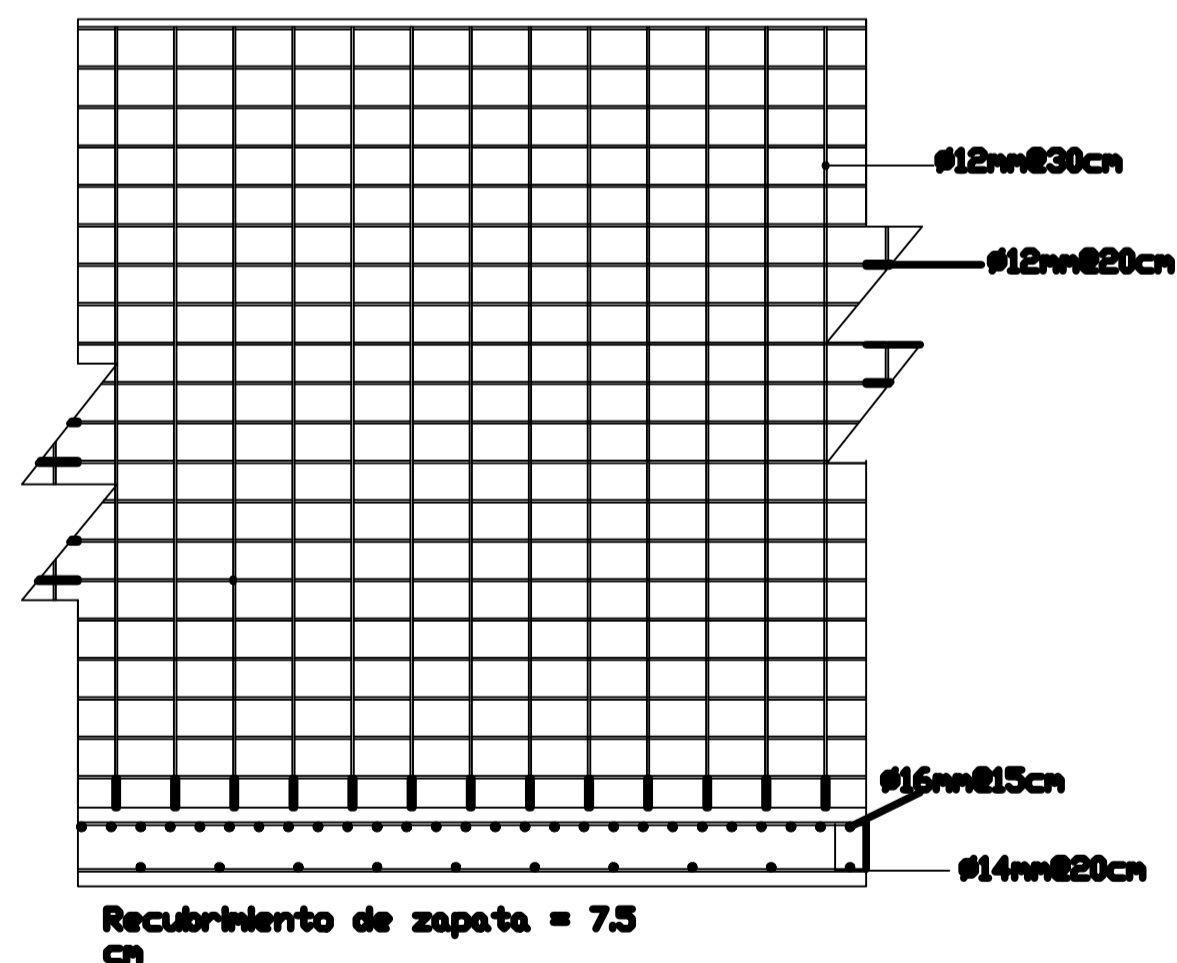


VISTA LONGITUDINAL
ESCALA 1:7

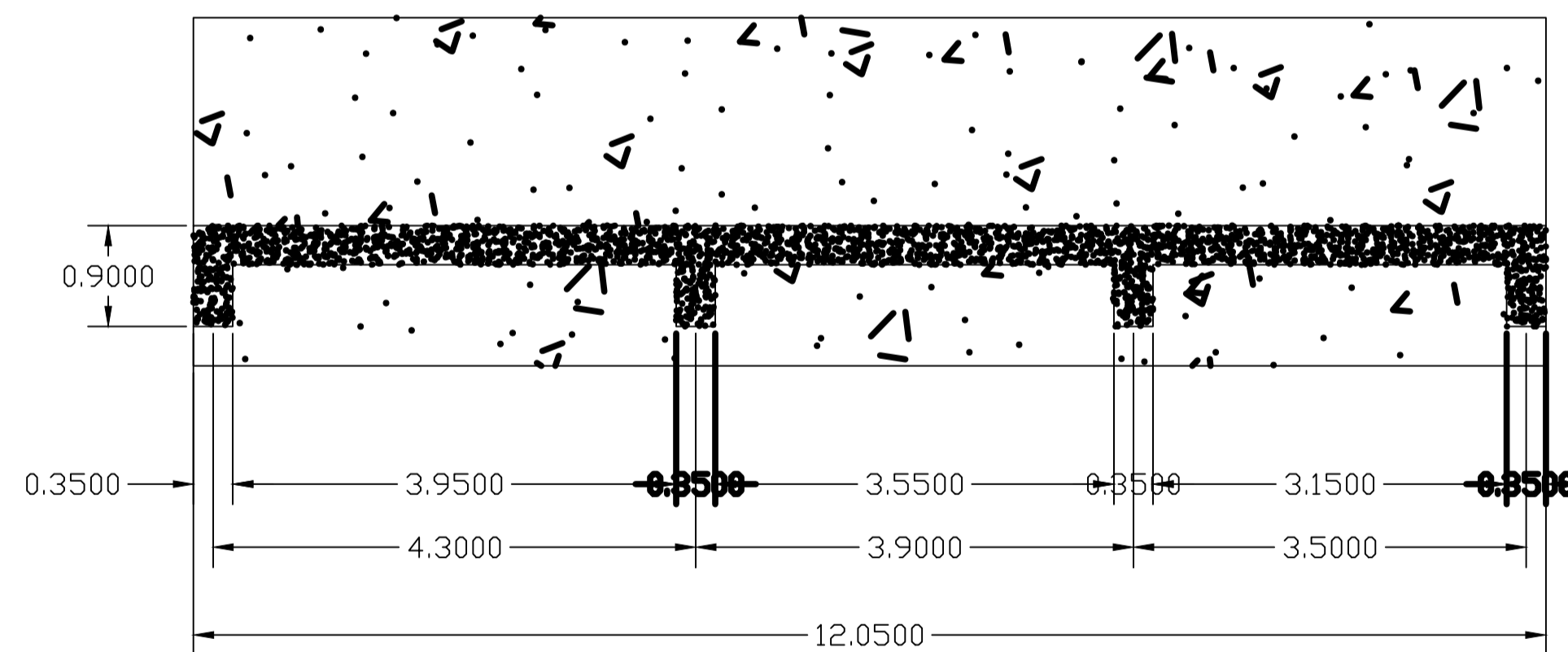
PLANILLA DE ACERO DE REFUERZO MURO DE CONTENCIÓN															
CARACTERÍSTICAS				DIMENSIONES (m)								Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro (mm)	a	b	c	d	e	f	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
MC-401	L	62	1	62	Ø16	0,20	3,89	0,00	0,00	0,00	0,00	4,09	253,58	1,578	400,149
MC-402	L	41	1	41	Ø12	0,20	3,89	0,00	0,00	0,00	0,00	4,09	167,69	0,888	148,909
MC-403	I	9	1	9	Ø10	0,00	11,97	0,00	0,00	0,00	0,00	11,97	107,73	0,617	66,469
MC-404	I	19	1	19	Ø12	0,00	11,97	0,00	0,00	0,00	0,00	11,97	227,43	0,888	201,958
MC-405	C	81	1	81	Ø16	0,15	3,07	0,15	0,00	0,00	0,00	3,37	272,97	1,578	430,747
MC-406	C	31	1	31	Ø14	0,15	3,07	0,15	0,00	0,00	0,00	3,37	104,47	1,208	126,200
MC-407	I	30	1	30	Ø14	0,15	11,90	0,15	0,00	0,00	0,00	12,20	366,00	1,208	442,128
TOTAL															1.816,56 kg

ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURAS
DE CONCRETO ARMADO

- NORMAS ASTM
- REGLAMENTO ACI 318-2019
- (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS)
- RESISTENCIA DEL ACERO ASTM 706 $f_y=4200\text{kg/cm}^2$
- HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS Y VIGAS PARA NAVE INDUSTRIAL $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ Y OFICINAS $f_c=210\text{ kg/cm}^2$
- HORMIGÓN DE LOSA $f_c=240\text{kg/cm}^2$
- HORMIGÓN DE MURO DE CONTENCIÓN $f_c=240\text{kg/cm}^2$
- ACERO DE REFUERZO $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$
- ACERO ESTRUCTURAL DE PLACAS Y PERFILES ASTM A-36.



CORTE TRANSVERSAL
ESCALA 1:7



VISTA EN PLANTA
ESCALA 1:10

NOTAS GENERALES

1. LAS DIMENSIONES SE INDICAN EN METROS A EXCEPCIÓN DE QUE SE MENCIONE OTRA.
2. COORDINAR CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS, ANTES DE EMPEZAR LABORES DE CONSTRUCCIÓN.
3. VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS Y ELEVACIONES ANTES DE INICIAR CUALQUIER ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN.
4. LAS ESPECIFICACIONES DE LOS ACEROS DE REFUERZO ESTAN DADAS EN MILÍMETROS
5. EL ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS ESTÁ DADO EN CENTÍMETROS
6. EL DIÁMETRO DE ACERO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS EN TODOS LOS DETALLES
7. LAS MEDIDAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
8. SOLDADURA E7018 ELEMENTOS PRINCIPALES, CONEXIONES Y ELEMENTOS SECUNDARIOS
9. PARA DETALLES DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REVISAR PLANOS

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN DE PROPIEDAD CONFIDENCIAL. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSIÓN, COPIA O USO SIN AUTORIZACIÓN

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

Diseño del laboratorio Multidisciplinar para la FICT

CONTENIDO:

Diseño del muro de contención

Coordinador de materia integradora:

Msc. Ing. Andrés Velastegui

Tutor de conocimientos específicos:

Msc. Carlos Quispe

Integrantes:

Karla Odalys Dumes Guerrero

Fecha

5 de enero del 2024

Tutor de Area de conocimientos:

Msc. Carlos Quispe

Fabricio José Zambrano Ortiz

Lámina:

A110

Escala:

Indicada

Anexo 1: Anexos fotográficos



Topografía del terreno



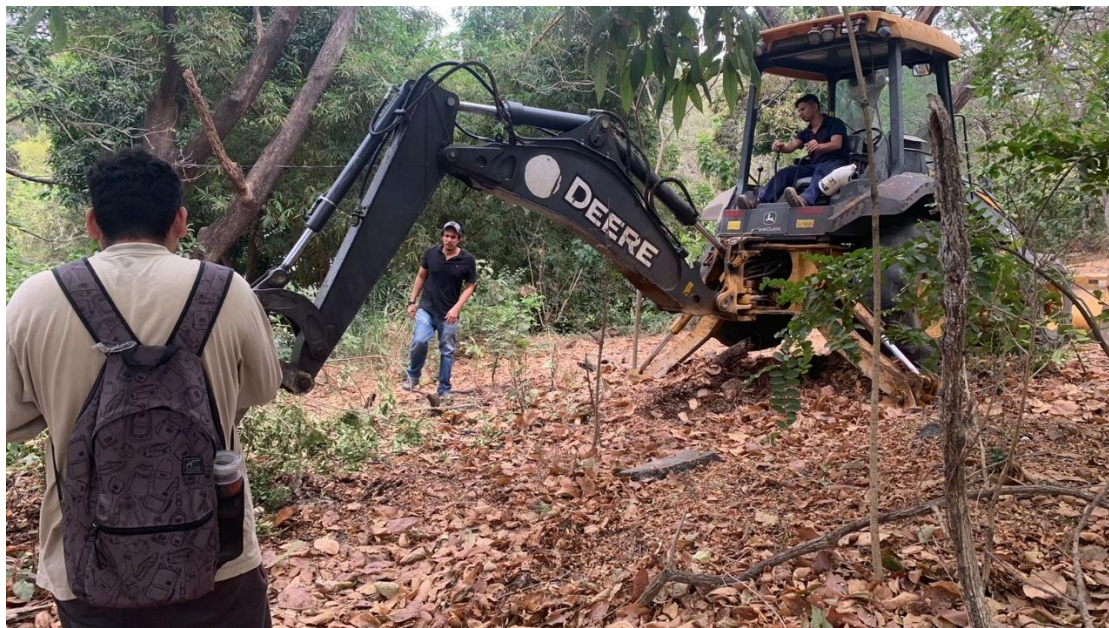
Uso de equipos topográficos



Excavación para el estudio del suelo



Medición de la profundidad de la calicata



Uso de excavadora para la realización de calicatas

Anexo 2: Cálculos

Anexo 2 : CÁLCULOS

Pre-dimensionamiento

Método del Portal

Cargas de Piso y Cubierta

$$Q_{vivacubierta} := 0.07 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{vivapiso} := 0.25 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{muertapiso} := 0.93 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{muertacubierta} := 0.33 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Área Losa} \quad A_{losa} := 171.99 \text{ m}^2$$

$$T := 0.148$$

$$\text{Periodo Fundamental} \quad k := 1$$

$$Cs := 0.105$$

$$\text{Peso sísmico} \quad W_{sismico} := Q_{muertacubierta} \cdot A_{losa} = 56.757 \text{ tonnef}$$

$$\text{Cortante Basal} \quad V_{basal} := W_{sismico} \cdot Cs = 5.959 \text{ tonnef}$$

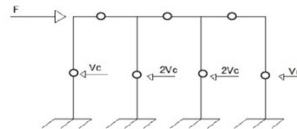
$$\text{Altura de Piso} \quad h := 3 \text{ m}$$

$$\text{Fuerza sísmica en el piso} \quad F_x := 5.97 \text{ tonnef}$$

$$\text{Pórticos en Eje X} \quad \#_{porticos} := 5$$

$$\text{Fuerza en cada pórtico} \quad F_{pórtico} := \frac{F_x}{\#_{porticos}} = 1.194 \text{ tonnef}$$

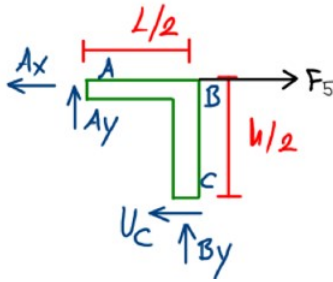
$$\text{Cortante} \quad V_{pórtico} := \frac{V_{basal}}{6} = 0.993 \text{ tonnef}$$



Viga Eje 1

$$\text{Luz crítica} \quad Ln := 4.29 \text{ m}$$

$$\text{Ancho Tributario} \quad Ancho_1 := \frac{3.43 \text{ m}}{2} = 1.715 \text{ m}$$



$$\sum F_x = 0$$

$$Ax := F_{p\acute{o}rtico} - V_{p\acute{o}rtico} = 0.201 \text{ tonnef}$$

$$\sum M_b = 0$$

$$Ay := \frac{\left(F_{p\acute{o}rtico} \cdot \frac{h}{2} - Ax \cdot \frac{h}{2} \right)}{\frac{Ln}{2}} = 0.695 \text{ tonnef}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$By := -Ay = -0.695 \text{ tonnef}$$

$$q_{viva} := Q_{vivacubierta} \cdot Ancho_1 = 0.12 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{muerta} := Q_{muertacubierta} \cdot Ancho_1 = 0.566 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$M_{viva} := \frac{q_{viva} \cdot Ln^2}{10} = 0.221 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{muerta} := \frac{q_{muerta} \cdot Ln^2}{10} = 1.042 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{sismo} := Ay \cdot \frac{Ln}{2} = 1.49 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu := 1.2 \cdot M_{muerta} + M_{viva} + M_{sismo} = 2.961 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Dimensionamiento

$$f'c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

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

$$\text{Peralte} \quad d := \sqrt{\frac{Mu}{0.145 \cdot f'c \cdot b}} = 20.625 \text{ cm}$$

$$h_{viga} := d + 6 \text{ cm} = 26.625 \text{ cm}$$

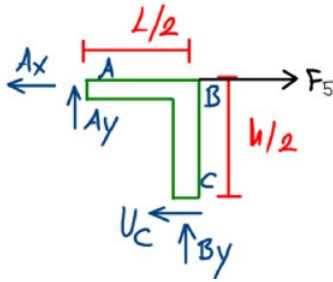
Viga Eje 1: V20x30

Viga Eje 2

$$\text{Ancho Tributario} \quad Ancho_2 := \frac{3.05 \text{ m}}{2} + \frac{3.43 \text{ m}}{2} = 3.24 \text{ m}$$

Luz crítica $Ln_2 := 7.41 \text{ m}$

$$V_{p\acute{o}rtico2} := \frac{V_{basal}}{4} = 1.49 \text{ tonnef}$$



$$\sum F_x = 0$$

$$Ax_1 := F_{p\acute{o}rtico} - V_{p\acute{o}rtico2} = -0.296 \text{ tonnef}$$

$$\sum Mb = 0$$

$$Ay_1 := \frac{\left(F_{p\acute{o}rtico} \cdot \frac{h}{2} - Ax_1 \cdot \frac{h}{2} \right)}{\frac{Ln_2}{2}} = 0.603 \text{ tonnef}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$By_2 := -Ay_1 = -0.603 \text{ tonnef}$$

$$q_{viva2} := Q_{vivacubierta} \cdot Ancho_2 = 0.227 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{muerta2} := Q_{muertacubierta} \cdot Ancho_2 = 1.069 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$M_{viva2} := \frac{q_{viva2} \cdot Ln_2^2}{10} = 1.245 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{muerta2} := \frac{q_{muerta2} \cdot Ln_2^2}{10} = 5.871 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{sismo2} := Ay_1 \cdot \frac{Ln_2}{2} = 2.235 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu_2 := 1.2 \cdot M_{muerta2} + M_{viva2} + M_{sismo2} = 10.525 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Dimensionamiento

$$b_2 := 30 \text{ cm}$$

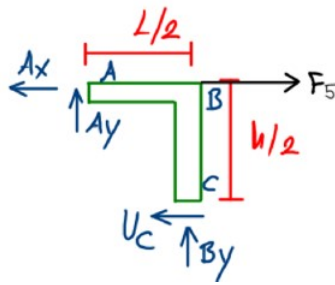
$$\text{Peralte } d_2 := \sqrt[2]{\frac{Mu_2}{0.145 \cdot f'c \cdot b_2}} = 31.751 \text{ cm}$$

$$h_{viga2} := d_2 + 6 \text{ cm} = 37.751 \text{ cm}$$

Viga Eje 2: V30x40

Viga Eje 3

$$\text{Ancho Tributario } Ancho_3 := \frac{3.05 \text{ m}}{2} + \frac{4.20 \text{ m}}{2} = 3.625 \text{ m}$$



$$\sum F_x = 0$$

$$Ax_2 := F_{p\acute{o}rtico} - V_{p\acute{o}rtico} = 0.201 \text{ tonnef}$$

$$\sum Mb = 0$$

$$Ay_2 := \frac{\left(F_{p\acute{o}rtico} \cdot \frac{h}{2} - Ax \cdot \frac{h}{2} \right)}{\frac{Ln_2}{2}} = 0.402 \text{ tonnef}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$By_3 := -Ay = -0.695 \text{ tonnef}$$

$$q_{viva3} := Q_{vivacubierta} \cdot Ancho_3 = 0.254 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{muerta3} := Q_{muertacubierta} \cdot Ancho_3 = 1.196 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$M_{viva3} := \frac{q_{viva3} \cdot Ln^2}{10} = 0.467 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{muerta3} := \frac{q_{muerta3} \cdot Ln^2}{10} = 2.202 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{sismo3} := Ay \cdot \frac{Ln}{2} = 1.49 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu_3 := 1.2 \cdot M_{muerta3} + M_{viva3} + M_{sismo3} = 4.599 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Dimensionamiento

$$b_3 := 20 \text{ cm}$$

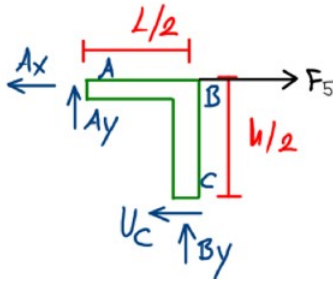
$$\text{Peralte} \quad d_3 := \sqrt[2]{\frac{Mu_3}{0.145 \cdot f'c \cdot b_2}} = 20.988 \text{ cm}$$

$$h_{viga3} := d_3 + 6 \text{ cm} = 26.988 \text{ cm}$$

Viga Eje 3: V20x30

Viga Eje 4

$$\text{Ancho Tributario} \quad Ancho_4 := \frac{4 \text{ m}}{2} + \frac{4.20 \text{ m}}{2} = 4.1 \text{ m}$$



$$\sum F_x = 0$$

$$Ax_3 := F_{p\acute{o}rtico} - V_{p\acute{o}rtico} = 0.201 \text{ tonnef}$$

$$\sum Mb = 0$$

$$Ay_3 := \frac{\left(F_{p\acute{o}rtico} \cdot \frac{h}{2} - Ax \cdot \frac{h}{2} \right)}{\frac{Ln_2}{2}} = 0.402 \text{ tonnef}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$By_4 := -Ay = -0.695 \text{ tonnef}$$

$$q_{viva4} := Q_{vivacubierta} \cdot Ancho_4 = 0.287 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{muerta4} := Q_{muertacubierta} \cdot Ancho_4 = 1.353 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$M_{viva4} := \frac{q_{viva4} \cdot Ln^2}{10} = 0.528 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{muerta4} := \frac{q_{muerta4} \cdot Ln^2}{10} = 2.49 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{sismo4} := Ay \cdot \frac{Ln}{2} = 1.49 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu_4 := 1.2 \cdot M_{muerta4} + M_{viva4} + M_{sismo4} = 5.006 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Dimensionamiento

$$b_4 := 20 \text{ cm}$$

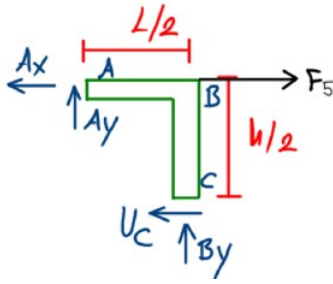
$$\text{Peralte} \quad d_4 := \sqrt[2]{\frac{Mu_4}{0.145 \cdot f'c \cdot b_2}} = 21.898 \text{ cm}$$

$$h_{viga4} := d_3 + 6 \text{ cm} = 26.988 \text{ cm}$$

Viga Eje 4: V20x30

Viga Eje 5

$$\text{Ancho Tributario} \quad Ancho_5 := 2 \text{ m}$$



$$\sum F_x = 0$$

$$Ax_4 := F_{\text{pórtico}} - V_{\text{pórtico}} = 0.201 \text{ tonnef}$$

$$\sum Mb = 0$$

$$Ay_4 := \frac{\left(F_{\text{pórtico}} \cdot \frac{h}{2} - Ax \cdot \frac{h}{2} \right)}{\frac{Ln_2}{2}} = 0.402 \text{ tonnef}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$By_5 := -Ay = -0.695 \text{ tonnef}$$

$$q_{\text{viva}5} := Q_{\text{vivacubierta}} \cdot \text{Ancho}_5 = 0.14 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{muerta}5} := Q_{\text{muertacubierta}} \cdot \text{Ancho}_5 = 0.66 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{viva}5} := \frac{q_{\text{viva}5} \cdot Ln^2}{10} = 0.258 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{muerta}5} := \frac{q_{\text{muerta}5} \cdot Ln^2}{10} = 1.215 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{sismo}5} := Ay \cdot \frac{Ln}{2} = 1.49 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu_5 := 1.2 \cdot M_{\text{muerta}5} + M_{\text{viva}5} + M_{\text{sismo}5} = 3.205 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Dimensionamiento

$$b_5 := 20 \text{ cm}$$

$$\text{Peralte } d_5 := \sqrt[2]{\frac{Mu_3}{0.145 \cdot f'c \cdot b_2}} = 20.988 \text{ cm}$$

$$h_{\text{viga}5} := d_5 + 6 \text{ cm} = 26.988 \text{ cm}$$

Viga Eje 5: V20x30

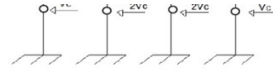
Vigas en el Eje Y

$$\text{Pórticos en Eje X } \#_{\text{porticosy}} := 4$$

$$\text{Fuerza en cada pórtico } F_{\text{pórticoy}} := \frac{F_x}{\#_{\text{porticos}}} = 1.194 \text{ tonnef}$$

$$\text{Cortante } V_{\text{pórticoy}} := \frac{V_{\text{basal}}}{4} = 0.745 \text{ tonnef}$$

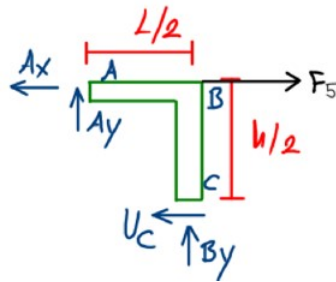




Viga Eje A

Luz crítica $Ln_y := 4.20 \text{ m}$

Ancho Tributario $Ancho_6 := \frac{4.3 \text{ m}}{2} = 2.15 \text{ m}$



$$\sum F_x = 0$$

$$Ax_5 := F_{\text{pórtico}} - V_{\text{pórtico}} = 0.449 \text{ tonnef}$$

$$\sum Mb = 0$$

$$Ay_5 := \frac{\left(F_{\text{pórtico}} \cdot \frac{h}{2} - Ax_5 \cdot \frac{h}{2} \right)}{\frac{Ln_y}{2}} = 0.532 \text{ tonnef}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$By_6 := -Ay_5 = -0.532 \text{ tonnef}$$

$$q_{\text{viva}6} := Q_{\text{vivacubierta}} \cdot Ancho_6 = 0.151 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{muerta}6} := Q_{\text{muertacubierta}} \cdot Ancho_6 = 0.71 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{viva}6} := \frac{q_{\text{viva}6} \cdot Ln_y^2}{10} = 0.265 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{muerta}6} := \frac{q_{\text{muerta}6} \cdot Ln_y^2}{10} = 1.252 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{sismo}6} := Ay_5 \cdot \frac{Ln_y}{2} = 1.117 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu_6 := 1.2 \cdot M_{\text{muerta}6} + M_{\text{viva}6} + M_{\text{sismo}6} = 2.885 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Dimensionamiento

$$b_6 := 20 \text{ cm}$$

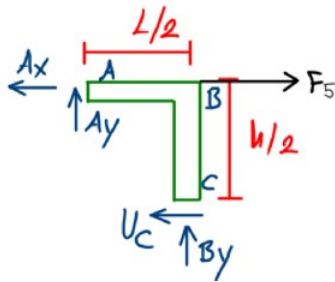
$$\text{Peralte } d_6 := \sqrt[2]{\frac{Mu_6}{0.145 \cdot f'c \cdot b_6}} = 20.359 \text{ cm}$$

$$h_{\text{viga}6} := d + 6 \text{ cm} = 26.625 \text{ cm}$$

Viga Eje A: V20x30

Viga Eje B

Ancho Tributario $Ancho_7 := \frac{4.3 \text{ m}}{2} + \frac{3.91 \text{ m}}{2} = 4.105 \text{ m}$



$$\sum F_x = 0$$

$$Ax_6 := F_{p\acute{o}rticoy} - V_{p\acute{o}rticoy} = 0.449 \text{ tonnef}$$

$$\sum Mb = 0$$

$$Ay_6 := \frac{\left(F_{p\acute{o}rticoy} \cdot \frac{h}{2} - Ax_5 \cdot \frac{h}{2} \right)}{\frac{Ln_y}{2}} = 0.532 \text{ tonnef}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$By_7 := -Ay_5 = -0.532 \text{ tonnef}$$

$$q_{viva7} := Q_{vivacubierta} \cdot Ancho_7 = 0.287 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{muerta7} := Q_{muertacubierta} \cdot Ancho_7 = 1.355 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$M_{viva7} := \frac{q_{viva7} \cdot Ln_y^2}{10} = 0.507 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{muerta7} := \frac{q_{muerta7} \cdot Ln_y^2}{10} = 2.39 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{sismo7} := Ay_5 \cdot \frac{Ln_y}{2} = 1.117 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu_7 := 1.2 \cdot M_{muerta7} + M_{viva7} + M_{sismo7} = 4.492 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Dimensionamiento

$$b_7 := 20 \text{ cm}$$

$$\text{Peralte } d_7 := \sqrt[2]{\frac{Mu_7}{0.145 \cdot f'c \cdot b_7}} = 25.404 \text{ cm}$$

$$h_{viga7} := d_7 + 6 \text{ cm} = 31.404 \text{ cm}$$

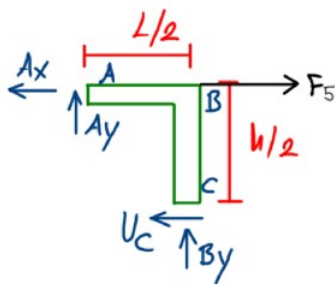
Viga Eje B: V20x35

Viga Eje C

Ancho Tributario $Ancho_8 := \frac{3.5 \text{ m}}{2} + \frac{3.91 \text{ m}}{2} = 3.705 \text{ m}$

Luz crítica $Ln_{criticay} := 3.05 \text{ m} + 3.43 \text{ m} = 6.48 \text{ m}$

Cortante $V_{pórticoy2} := \frac{V_{basal}}{6} = 0.993 \text{ tonnef}$



$$\sum F_x = 0$$

$$Ax_7 := F_{pórticoy} - V_{pórticoy2} = 0.201 \text{ tonnef}$$

$$\sum Mb = 0$$

$$Ay_7 := \frac{\left(F_{pórticoy} \cdot \frac{h}{2} - Ax_5 \cdot \frac{h}{2} \right)}{\frac{Ln_{criticay}}{2}} = 0.345 \text{ tonnef}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$By_8 := -Ay_7 = -0.345 \text{ tonnef}$$

$$q_{viva8} := Q_{vivacubierta} \cdot Ancho_8 = 0.259 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{muerta8} := Q_{muertacubierta} \cdot Ancho_8 = 1.223 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$M_{viva8} := \frac{q_{viva8} \cdot Ln_{criticay}^2}{10} = 1.089 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{muerta8} := \frac{q_{muerta8} \cdot Ln_{criticay}^2}{10} = 5.134 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{sismo8} := Ay_7 \cdot \frac{Ln_{criticay}}{2} = 1.117 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu_8 := 1.2 \cdot M_{muerta8} + M_{viva8} + M_{sismo8} = 8.367 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Dimensionamiento

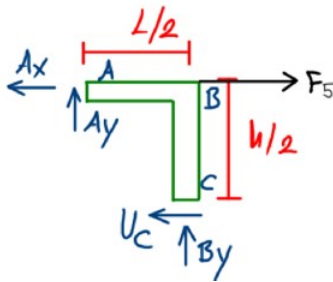
$$b_8 := 25 \text{ cm}$$

$$\text{Peralte } d_8 := \sqrt[2]{\frac{Mu_8}{0.145 \cdot f'c \cdot b_8}} = 31.012 \text{ cm}$$

$$h_{\dots\dots\dots} := d_8 + 6 \text{ cm} = 37.012 \text{ cm} \quad \text{Viga Eje C: V25x40}$$

Viga Eje D

Ancho Tributario $Ancho_9 := \frac{3.91 \text{ m}}{2} = 1.955 \text{ m}$



$$\sum F_x = 0$$

$$Ax_8 := F_{p\acute{o}rticoy} - V_{p\acute{o}rticoy} = 0.449 \text{ tonnef}$$

$$\sum Mb = 0$$

$$Ay_8 := \frac{\left(F_{p\acute{o}rticoy} \cdot \frac{h}{2} - Ax_8 \cdot \frac{h}{2} \right)}{\frac{Ln_y}{2}} = 0.532 \text{ tonnef}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$By_9 := -Ay_8 = -0.532 \text{ tonnef}$$

$$q_{viva9} := Q_{vivacubierta} \cdot Ancho_9 = 0.137 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{muerta9} := Q_{muertacubierta} \cdot Ancho_9 = 0.645 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$M_{viva9} := \frac{q_{viva9} \cdot Ln_y^2}{10} = 0.241 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{muerta9} := \frac{q_{muerta9} \cdot Ln_y^2}{10} = 1.138 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{sismo9} := Ay_8 \cdot \frac{Ln_y}{2} = 1.117 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu_9 := 1.2 \cdot M_{muerta9} + M_{viva9} + M_{sismo9} = 2.724 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Dimensionamiento

$$b_9 := 20 \text{ cm}$$

$$\text{Peralte } d_9 := \sqrt[2]{\frac{Mu_9}{0.145 \cdot f'c \cdot b_9}} = 19.785 \text{ cm}$$

$$h_{viga9} := d + 6 \text{ cm} = 26.625 \text{ cm}$$

Viga Eje D: V20x30

Columnas

Área de influencia crítica $A_i := 14.90 \text{ m}^2$

Factor de reducción de carga viva $K_{LL} := 4$ **Columna Interior**

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } A_i \cdot K_{LL} > 37.14 \text{ m}^2 \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{"Reducir Carga Viva"} \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{"No reducir Carga Viva"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{"Reducir Carga Viva"}$$

Carga viva reducida $Q_{vreducida} := Q_{vivacubierta} \cdot \left(0.25 + \frac{4.57 \cdot \text{m}}{\sqrt{K_{LL} \cdot A_i}} \right) = 0.059 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$

Carga Axial $P_u := A_i \cdot (Q_{vreducida} + Q_{muertacubierta}) = 5.795 \text{ tonnef}$

$$A_c = \frac{P}{\alpha \cdot f'c} \quad \alpha := 0.25$$

Área gruesa $A_c := \frac{P_u}{\alpha \cdot f'c} = 96.586 \text{ cm}^2$

Lado $l := \sqrt{A_c} = 9.828 \text{ cm}$

- Por normativa y seguridad se usarán columnas de 30x30cm

Pre-dimensionamiento de Losa Nervada en 2 Direcciones

$$f_y := 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Luz libre mayor $L_{mayor} := 4.9 \text{ m}$

Luz libre menor $L_{menor} := 4.2 \text{ m}$

Relación entre luces $\beta := \frac{L_{mayor}}{L_{menor}} = 1.167$

Table 8.3.1.2—Minimum thickness of nonprestressed two-way slabs with beams spanning between supports on all sides

α_m ^[1]	Minimum h , in.		
$\alpha_m \leq 0.2$	§ 3.1.1 applies		(a)
$0.2 < \alpha_m \leq 2.0$	Greater of:	$\ell_n \left(\frac{0.8 + \frac{f_y}{200,000}}{36 + 9\beta(\alpha_m - 0.2)} \right)$	(b) ^{[1][2]}
		5.0	(c)
$\alpha_m > 2.0$	Greater of:	$\ell_n \left(\frac{0.8 + \frac{f_y}{200,000}}{36 + 9\beta} \right)$	(d)
		3.5	(e)

^[1] α_m is the average value of α_f for all beams on edges of a panel.

^[2] ℓ_n is the clear span in the long direction, measured face-to-face of beams (in.).

^[3] β is the ratio of clear spans in long to short directions of slab.

$$h = \frac{\ell_n \left(\frac{0.8 + \frac{f_y}{14,000}}{36 + 9\beta} \right)}{\geq 9 \text{ cm}}$$

$$h_{min} := \frac{L_{mayor} \cdot \left(0.8 + \frac{f_y}{14000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \right)}{36 + 9 \cdot \beta} = 11.591 \text{ cm}$$

Altura mínima 12 cm, se usará losa comercial de 20 cm de altura

Diseño de Elementos

Viga Eje 1

Demandas por ETABS

V20x35

$$h := 35 \text{ cm}$$

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

$$d := h - 6 \text{ cm} = 29 \text{ cm}$$

$$Ag := b \cdot h = 700 \text{ cm}^2$$

$$ln := 4.29 \text{ m}$$

$$h_{columna} := 30 \text{ cm}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f'c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Mu := 4.27 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Pu := 0.81 \text{ tonnef}$$

Comprobación de Altura

$$d_{demanda} := \sqrt[2]{\frac{Mu}{0.145 \cdot b \cdot f'c}} = 24.769 \text{ cm}$$

$$h_{demanda} := d_{demanda} + 6 \text{ cm} = 30.769 \text{ cm}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } h < h_{demanda} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Redimensionar"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Ok"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Ok"}$$

Redimensionar: Viga20x35

Comprobación de Dimensiones

Comprobación 1: Carga Axial

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } Pu < Ag \cdot f'c \cdot \frac{1}{10} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Comprobación 2: Luz libre

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } ln < 4 \cdot d \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Comprobación 3: Base mínima

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b > \min(0.3 \cdot h, 250 \text{ mm}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Comprobación 4: Proyección del ancho

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < h_{columna} + \min(2 \cdot h_{columna}, 1.5 \cdot h_{columna}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$As_{min} := \frac{14 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{fy} = 1.933 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := 0.025 \cdot b \cdot h = 17.5 \text{ cm}^2$$

Tabla de Acero Colocado

$$k = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} \quad As = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right)$$

	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Superior	2,09	0	3,61	4,27	0	2,29	2,21	0	1,01
Inferior	0	2,65	0	0	1,64	0	0	1,648	0,47
	Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)		
Superior	2,09	0,9025	3,61	4,27	1,0675	2,29	2,21	0,5525	1,01
Inferior	1,045	2,65	1,805	2,135	1,64	1,145	1,105	1,648	0,505
	As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)		
Superior	1,760	0,749	3,100	3,700	0,888	1,933	1,864	0,457	0,839
Inferior	0,869	2,247	1,515	1,799	1,373	0,953	0,919	1,380	0,417
	As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)		
Superior	2,917	2,917	3,100	3,700	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917
Inferior	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917
	Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado		
Superior	2D14	2D14	2D14+1D14	2D14+1D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14
Inferior	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Superior	3,079	3,079	3,079	4,618	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079
Inferior	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079
	Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)		
Superior	106%	106%	99%	125%	106%	106%	106%	106%	106%
Inferior	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%

$$As_{colocado} := 3.079 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{longitudinal} := 14 \text{ mm}$$

$$\rho := \frac{As_{colocado}}{Ag} = 0.004$$

$$\phi_{refuerzo} := 14 \text{ mm}$$

Longitudes de Anclaje, Desarrollo y Empalme

Longitud de Desarrollo

$$l_d := \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 84.899 \text{ cm}$$

Longitud de Anclaje

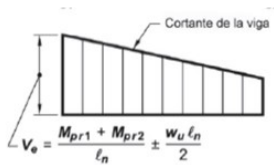
$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 16.8 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 22.011 \text{ cm}$$

Longitud de Empalme

$$l_{empalme} := 1.3 \cdot l_d = 1.104 \text{ m}$$

Diseño por Cortante



$$a = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad M_{pr} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$A_{s_{critico}} := 4.618 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{colocado}} := 3.079 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 5.942 \text{ cm}$$

$$a_2 := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.962 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 6.311 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr2} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) = 4.368 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{probable} := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = 2.489 \text{ tonnef}$$

$$V_{gr} := 5 \text{ tonnef}$$

$$V_u := V_{probable} + V_{gr} = 7.489 \text{ tonnef} \quad V_c := \begin{cases} \text{if } V_{probable} > 0.5 \cdot V_u \\ 0 \\ \text{else} \\ 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \end{cases} = 4.762 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \left(\frac{V_u}{0.75} \right) - V_c = 5.223 \text{ tonnef}$$

$$\phi_{estribo} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{estribo} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribo}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{estribo} = 1.571 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ Ramales}$$

$$S_{demanda} := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 36.629 \text{ cm} \quad \text{Por Demanda}$$

$$S_{normativa} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \phi_{longitudinal}, 200 \text{ mm} \right) = 7.25 \text{ cm}$$

$$S_{escogido} := \min (S_{demanda}, S_{normativa}) = 7.25 \text{ cm} \quad \text{Zona 2h}$$

E10mm@7cm- Zona 2h

$$S_{centro} := 2 \cdot S_{escogido} = 14.5 \text{ cm}$$

E10mm@14cm - Zona Central

Diseño de Elementos

Viga Eje 2

V35x50

$h := 50 \text{ cm}$

$b := 35 \text{ cm}$

$d := h - 6 \text{ cm} = 44 \text{ cm}$

$Ag := b \cdot h = (1.75 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$

$ln := 4.29 \text{ m}$

$h_{columna} := 30 \text{ cm}$

$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$f'c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Demandas por ETABS

$Mu := 21.31 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

$Pu := 2.04 \text{ tonnef}$

Comprobación de Altura

$$d_{demanda} := \sqrt[2]{\frac{Mu}{0.145 \cdot b \cdot f'c}} = 41.828 \text{ cm}$$

$$h_{demanda} := d_{demanda} + 6 \text{ cm} = 47.828 \text{ cm}$$

$\left\| \begin{array}{l} \text{if } h < h_{demanda} \\ \quad \left\| \text{“Redimensionar”} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“Ok”} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Ok”}$

Redimensionar: Viga35x50

Comprobación de Dimensiones

Comprobación 1: Carga Axial

$\left\| \begin{array}{l} \text{if } Pu < Ag \cdot f'c \cdot \frac{1}{10} \\ \quad \left\| \text{“Cumple”} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“No cumple”} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$

Comprobación 2: Luz libre

$\left\| \begin{array}{l} \text{if } ln < 4 \cdot d \\ \quad \left\| \text{“No Cumple”} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“Cumple”} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$

Comprobación 3: Base mínima

$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b > \min(0.3 \cdot h, 250 \text{ mm}) \\ \quad \left\| \text{“Cumple”} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“No cumple”} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$

Comprobación 4: Proyección del ancho

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < h_{columna} + \min(2 \cdot h_{columna}, 1.5 \cdot h_{columna}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$As_{min} := \frac{14 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{fy} = 5.133 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := 0.025 \cdot b \cdot h = 43.75 \text{ cm}^2$$

Tabla de Acero Colocado

$$k = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} \quad As = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right)$$

	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Superior	1,31	0	18,45	21,31	0	4,54
Inferior	0	4,791	0	0	14,33	0
	Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)		
Superior	1,31	4,6125	18,45	21,31	5,3275	4,54
Inferior	0,655	4,791	9,225	10,655	14,33	2,27
	As requerido (cm2)			As requerido (cm2)		
Superior	0,712	2,539	10,757	12,591	2,941	2,498
Inferior	0,355	2,639	5,171	6,007	8,204	1,239
	As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)		
Superior	5,833	5,833	10,757	12,591	5,833	5,833
Inferior	5,833	5,833	5,833	6,007	8,204	5,833
	Acero colocado			Acero colocado		
Superior	2D20	2D20	2D20+2D18	2D20+2D18	2D20	2D20
Inferior	2D20	2D20	2D20	2D20	2D20+1D18	2D20
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Superior	6,283	6,283	11,373	11,373	6,283	6,283
Inferior	6,283	6,283	6,283	6,283	8,828	6,283
	Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)		
Superior	108%	108%	106%	90%	108%	108%
Inferior	108%	108%	108%	105%	108%	108%

$$As_{colocado} := 6.283 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{longitudinal} := 20 \text{ mm}$$

$$\rho := \frac{As_{colocado}}{Ag} = 0.004$$

$$\phi_{refuerzo} := 18 \text{ mm}$$

Longitudes de Anclaje, Desarrollo y Empalme

Longitud de Desarrollo

$$l_d := \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 121.285 \text{ cm}$$

Longitud de Anclaje

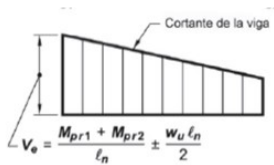
$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 24 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 31.444 \text{ cm}$$

Longitud de Empalme

$$l_{empalme} := 1.3 \cdot l_d = 1.577 \text{ m}$$

Diseño por Cortante



$$a = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad M_{pr} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$A_{s_{critico}} := 11.373 \text{ cm}^2 \quad A_{s_{colocado}} = 6.283 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 8.363 \text{ cm} \quad a_2 := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.62 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 23.775 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr2} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) = 13.752 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{probable} := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = 8.748 \text{ tonnef}$$

$$V_{gr} := 17.13 \text{ tonnef} \quad \text{ETABS}$$

$$V_u := V_{probable} + V_{gr} = 25.878 \text{ tonnef} \quad V_c := \begin{cases} \text{if } V_{probable} > 0.5 \cdot V_u \\ 0 \\ \text{else} \\ 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \end{cases} = 12.645 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \left(\frac{V_u}{0.75} \right) - V_c = 21.859 \text{ tonnef}$$

$$\phi_{estribo} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{estribo} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribo}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{estribo} = 1.571 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ Ramales}$$

$$S_{demanda} := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 13.28 \text{ cm} \quad \text{Por Demanda}$$

$$S_{normativa} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \phi_{longitudinal}, 200 \text{ mm} \right) = 11 \text{ cm}$$

$$S_{escogido} := \min (S_{demanda}, S_{normativa}) = 11 \text{ cm} \quad \text{Zona 2h}$$

E10mm@10cm- Zona 2h

$$S_{centro} := 2 \cdot S_{escogido} = 22 \text{ cm}$$

E10mm@20cm - Zona Central

Diseño de Elementos

Viga Eje 3

V25x40

$h := 40 \text{ cm}$

$b := 25 \text{ cm}$

$d := h - 6 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$

$Ag := b \cdot h = (1 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$

$ln := 4.29 \text{ m}$

$h_{columna} := 30 \text{ cm}$

$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Demandas por ETABS

$Mu := 7.79 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

$Pu := 1.11 \text{ tonnef}$

Comprobación de Altura

$$d_{demanda} := \sqrt[2]{\frac{Mu}{0.145 \cdot b \cdot f'_c}} = 29.923 \text{ cm}$$

$$h_{demanda} := d_{demanda} + 6 \text{ cm} = 35.923 \text{ cm}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } h < h_{demanda} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Redimensionar”} \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Ok”} \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{“Ok”}$

Redimensionar: Viga25x40

Comprobación de Dimensiones

Comprobación 1: Carga Axial

$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } Pu < Ag \cdot f'_c \cdot \frac{1}{10} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$

Comprobación 2: Luz libre

$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } ln < 4 \cdot d \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$

Comprobación 3: Base mínima

$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } b > \min(0.3 \cdot h, 250 \text{ mm}) \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$

Comprobación 4: Proyección del ancho

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < h_{columna} + \min(2 \cdot h_{columna}, 1.5 \cdot h_{columna}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$As_{min} := \frac{14 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{fy} = 2.833 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := 0.025 \cdot b \cdot h = 25 \text{ cm}^2$$

Tabla de Acero Colocado

$$k = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} \quad As = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right)$$

	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Superior	3,55	0	7,78	5,46	0	4,11	4,84	0	1,4
Inferior	0	1,49	0	0	2,93	0	0	2,93	0
	Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)		
Superior	3,55	1,945	7,78	5,46	1,365	4,11	4,84	1,21	1,4
Inferior	1,775	1,49	3,89	2,73	2,93	2,055	2,42	2,93	0,7
	As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)		
Superior	2,552	1,381	5,786	3,984	0,965	2,967	3,514	0,855	0,990
Inferior	1,259	1,055	2,803	1,950	2,096	1,461	1,725	2,096	0,493
	As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)		
Superior	4,000	4,000	5,786	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Inferior	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
	Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado		
Superior	2D16	2D16	2D16+1D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16
Inferior	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Superior	4,021	4,021	6,032	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021
Inferior	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021
	Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)		
Superior	101%	101%	104%	101%	101%	101%	101%	101%	101%
Inferior	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%

$$As_{colocado} := 4.021 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{longitudinal} := 16 \text{ mm}$$

$$\rho := \frac{As_{colocado}}{Ag} = 0.004$$

$$\phi_{refuerzo} := 16 \text{ mm}$$

Longitudes de Anclaje, Desarrollo y Empalme

Longitud de Desarrollo

$$l_d := \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 97.028 \text{ cm}$$

Longitud de Anclaje

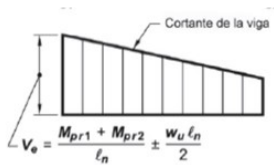
$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 19.2 \text{ cm}$$

$$ldh := \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 25.155 \text{ cm}$$

Longitud de Empalme

$$l_{empalme} := 1.3 \cdot l_d = 1.261 \text{ m}$$

Diseño por Cortante



$$a = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad M_{pr} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$A_{s_{critico}} := 6.032 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{colocado}} := 4.021 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 6.209 \text{ cm}$$

$$a_2 := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.139 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 9.784 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr2} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) = 6.741 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{probable} := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = 3.852 \text{ tonnef}$$

$$V_{gr} := 8.98 \text{ tonnef} \quad \text{ETABS}$$

$$V_u := V_{probable} + V_{gr} = 12.832 \text{ tonnef} \quad V_c := \begin{cases} \text{if } V_{probable} > 0.5 \cdot V_u \\ 0 \\ \text{else} \\ 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \end{cases} = 6.979 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \left(\frac{V_u}{0.75} \right) - V_c = 10.13 \text{ tonnef}$$

$$\phi_{estribo} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{estribo} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribo}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{estribo} = 1.571 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ Ramales}$$

$$S_{demanda} := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 22.143 \text{ cm} \quad \text{Por Demanda}$$

$$S_{normativa} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \phi_{longitudinal}, 200 \text{ mm} \right) = 8.5 \text{ cm}$$

$$S_{escogido} := \min (S_{demanda}, S_{normativa}) = 8.5 \text{ cm} \quad \text{Zona 2h}$$

E10mm@8cm- Zona 2h

$$S_{centro} := 2 \cdot S_{escogido} = 17 \text{ cm}$$

E10mm@17cm - Zona Central

Diseño de Elementos

Viga Eje 4

V25x40

$h := 40 \text{ cm}$

$b := 25 \text{ cm}$

$d := h - 6 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$

$Ag := b \cdot h = (1 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$

$ln := 4.29 \text{ m}$

$h_{columna} := 30 \text{ cm}$

$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Demandas por ETABS

$M_u := 8.34 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

$P_u := 1.21 \text{ tonnef}$

Comprobación de Altura

$$d_{demanda} := \sqrt[2]{\frac{M_u}{0.145 \cdot b \cdot f'_c}} = 30.962 \text{ cm}$$

$$h_{demanda} := d_{demanda} + 6 \text{ cm} = 36.962 \text{ cm}$$

|| if $h < h_{demanda}$ || = "Ok"
	"Redimensionar"	
	else	
	"Ok"	

Redimensionar: Viga25x40

Comprobación de Dimensiones

Comprobación 1: Carga Axial

|| if $P_u < Ag \cdot f'_c \cdot \frac{1}{10}$ || = "Cumple"
	"Cumple"	
	else	
	"No cumple"	

Comprobación 2: Luz libre

|| if $ln < 4 \cdot d$ || = "Cumple"
	"No Cumple"	
	else	
	"Cumple"	

Comprobación 3: Base mínima

|| if $b > \min(0.3 \cdot h, 250 \text{ mm})$ || = "Cumple"
	"Cumple"	
	else	
	"No cumple"	

Comprobación 4: Proyección del ancho

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < h_{columna} + \min(2 \cdot h_{columna}, 1.5 \cdot h_{columna}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$As_{min} := \frac{14 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{fy} = 2.833 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := 0.025 \cdot b \cdot h = 25 \text{ cm}^2$$

Tabla de Acero Colocado

$$k = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} \quad As = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right)$$

	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Superior	3,57	0	5,47	8,34	0	2,87	4,81	0	1,55
Inferior	0	5,4	0	0	2,61	0	0	1,33	0
	Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)		
Superior	3,57	1,3675	5,47	8,34	2,085	2,87	4,81	1,2025	1,55
Inferior	1,785	5,4	2,735	4,17	2,61	1,435	2,405	1,33	0,775
	As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)		
Superior	2,566	0,967	3,991	6,232	1,482	2,052	3,491	0,849	1,098
Inferior	1,266	3,938	1,954	3,012	1,863	1,015	1,714	0,940	0,546
	As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)		
Superior	4,000	4,000	4,000	6,232	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Inferior	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
	Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado		
Superior	2D16	2D16	2D16	2D16+1D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16
Inferior	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Superior	4,021	4,021	4,021	6,032	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021
Inferior	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021
	Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)		
Superior	101%	101%	101%	97%	101%	101%	101%	101%	101%
Inferior	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%

$$As_{colocado} := 4.021 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{longitudinal} := 16 \text{ mm}$$

$$\rho := \frac{As_{colocado}}{Ag} = 0.004$$

$$\phi_{refuerzo} := 16 \text{ mm}$$

Longitudes de Anclaje, Desarrollo y Empalme

Longitud de Desarrollo

$$l_d := \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 97.028 \text{ cm}$$

Longitud de Anclaje

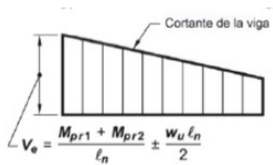
$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 19.2 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 25.155 \text{ cm}$$

Longitud de Empalme

$$l_{empalme} := 1.3 \cdot l_d = 1.261 \text{ m}$$

Diseño por Cortante



$$a = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad M_{pr} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$A_{s_{critico}} := 6.032 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{colocado}} = 4.021 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 6.209 \text{ cm}$$

$$a_2 := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.139 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 9.784 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr2} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) = 6.741 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{probable} := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = 3.852 \text{ tonnef}$$

$$V_{gr} := 9.65 \text{ tonnef} \quad \text{ETABS}$$

$$V_u := V_{probable} + V_{gr} = 13.502 \text{ tonnef} \quad V_c := \begin{cases} \text{if } V_{probable} > 0.5 \cdot V_u \\ 0 \\ \text{else} \\ 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \end{cases} = 6.979 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \left(\frac{V_u}{0.75} \right) - V_c = 11.023 \text{ tonnef}$$

$$\phi_{estribo} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{estribo} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribo}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{estribo} = 1.571 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ Ramales}$$

$$S_{demanda} := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 20.349 \text{ cm} \quad \text{Por Demanda}$$

$$S_{normativa} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \phi_{longitudinal}, 200 \text{ mm} \right) = 8.5 \text{ cm}$$

$$S_{escogido} := \min (S_{demanda}, S_{normativa}) = 8.5 \text{ cm} \quad \text{Zona 2h}$$

E10mm@8cm- Zona 2h

$$S_{centro} := 2 \cdot S_{escogido} = 17 \text{ cm}$$

E10mm@17cm - Zona Central

Diseño de Elementos

Viga Eje 5

V25x35

$$h := 35 \text{ cm}$$

$$b := 25 \text{ cm}$$

$$d := h - 6 \text{ cm} = 29 \text{ cm}$$

$$A_g := b \cdot h = 875 \text{ cm}^2$$

$$l_n := 4.29 \text{ m}$$

$$h_{\text{columna}} := 30 \text{ cm}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Demandas por ETABS

$$M_u := 4.31 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_u := 1.21 \text{ tonnef}$$

Comprobación de Altura

$$d_{\text{demanda}} := \sqrt[2]{\frac{M_u}{0.145 \cdot b \cdot f'_c}} = 22.258 \text{ cm}$$

$$h_{\text{demanda}} := d_{\text{demanda}} + 6 \text{ cm} = 28.258 \text{ cm}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } h < h_{\text{demanda}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Redimensionar”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Ok”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{“Ok”}$$

Redimensionar: Viga20x35

Comprobación de Dimensiones

Comprobación 1: Carga Axial

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_u < A_g \cdot f'_c \cdot \frac{1}{10} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 2: Luz libre

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } l_n < 4 \cdot d \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 3: Base mínima

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b > \min(0.3 \cdot h, 250 \text{ mm}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 4: Proyección del ancho

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < h_{columna} + \min(2 \cdot h_{columna}, 1.5 \cdot h_{columna}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$As_{min} := \frac{14 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{fy} = 2.417 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := 0.025 \cdot b \cdot h = 21.875 \text{ cm}^2$$

Tabla de Acero Colocado

$$k = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} \quad As = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right)$$

	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Superior	2,91	0	2,25	4,31	0	2,45	3,05	0	1,55
Inferior	0	2,4035	0	0	1,634	0	0	1,33	0
	Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)		
Superior	2,91	0,7275	2,25	4,31	1,0775	2,45	3,05	0,7625	1,55
Inferior	1,455	2,4035	1,125	2,155	1,634	1,225	1,525	1,33	0,775
	As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)		
Superior	2,500	0,604	1,912	3,794	0,899	2,089	2,627	0,633	1,303
Inferior	1,221	2,048	0,939	1,829	1,375	1,024	1,281	1,114	0,644
	As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)		
Superior	2,500	2,333	2,333	3,794	2,333	2,333	2,627	2,333	2,333
Inferior	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333
	Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado		
Superior	2D14	2D14	2D14	2D14+1D12	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14
Inferior	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Superior	3,079	3,079	3,079	4,210	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079
Inferior	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079
	Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)		
Superior	123%	132%	132%	111%	132%	132%	117%	132%	132%
Inferior	132%	132%	132%	132%	132%	132%	132%	132%	132%

$$As_{colocado} := 3.079 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{longitudinal} := 14 \text{ mm}$$

$$\rho := \frac{As_{colocado}}{Ag} = 0.004$$

$$\phi_{refuerzo} := 12 \text{ mm}$$

Longitudes de Anclaje, Desarrollo y Empalme

Longitud de Desarrollo

$$l_d := \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 84.899 \text{ cm}$$

Longitud de Anclaje

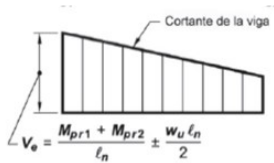
$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 16.8 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 22.011 \text{ cm}$$

Longitud de Empalme

$$l_{empalme} := 1.3 \cdot l_d = 1.104 \text{ m}$$

Diseño por Cortante



$$a = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad M_{pr} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$A_{s_{critico}} := 4.210 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{colocado}} = 3.079 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.334 \text{ cm}$$

$$a_2 := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.17 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 5.931 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr2} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) = 4.432 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{probable} := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = 2.415 \text{ tonnef}$$

$$V_{gr} := 4.97 \text{ tonnef}$$

$$V_u := V_{probable} + V_{gr} = 7.385 \text{ tonnef} \quad V_c := \begin{cases} \text{if } V_{probable} > 0.5 \cdot V_u \\ 0 \\ \text{else} \\ 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \end{cases} = 5.953 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \left(\frac{V_u}{0.75} \right) - V_c = 3.895 \text{ tonnef}$$

$$\phi_{estribo} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{estribo} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribo}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{estribo} = 1.571 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ Ramales}$$

$$S_{demanda} := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 49.126 \text{ cm} \quad \text{Por Demanda}$$

$$S_{normativa} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \phi_{longitudinal}, 200 \text{ mm} \right) = 7.25 \text{ cm}$$

$$S_{escogido} := \min (S_{demanda}, S_{normativa}) = 7.25 \text{ cm} \quad \text{Zona 2h}$$

E10mm@7cm- Zona 2h

$$S_{centro} := 2 \cdot S_{escogido} = 14.5 \text{ cm}$$

E10mm@14cm - Zona Central

Diseño de Elementos

Viga Eje A

Demandas por ETABS

V20x30

$$h := 30 \text{ cm}$$

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

$$d := h - 6 \text{ cm} = 24 \text{ cm}$$

$$Ag := b \cdot h = 600 \text{ cm}^2$$

$$ln := 4.29 \text{ m}$$

$$h_{columna} := 30 \text{ cm}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f'c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Mu := 3.79 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Pu := 1.21 \text{ tonnef}$$

Comprobación de Altura

$$d_{demanda} := \sqrt[2]{\frac{Mu}{0.145 \cdot b \cdot f'c}} = 23.335 \text{ cm}$$

$$h_{demanda} := d_{demanda} + 6 \text{ cm} = 29.335 \text{ cm}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } h < h_{demanda} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Redimensionar”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Ok”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{“Ok”}$$

Redimensionar: Viga20x35

Comprobación de Dimensiones

Comprobación 1: Carga Axial

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } Pu < Ag \cdot f'c \cdot \frac{1}{10} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 2: Luz libre

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } ln < 4 \cdot d \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 3: Base mínima

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b > \min(0.3 \cdot h, 250 \text{ mm}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 4: Proyección del ancho

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < h_{columna} + \min(2 \cdot h_{columna}, 1.5 \cdot h_{columna}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$As_{min} := \frac{14 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{fy} = 1.6 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := 0.025 \cdot b \cdot h = 15 \text{ cm}^2$$

Tabla de Acero Colocado

$$k = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} \quad As = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right)$$

	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Superior	1,37	0	3,61	3,79	0	2,29	2,95	0	1,01	1,31	0	0,99
Inferior	0,13	1,92	0	0	2,16	0	0	1,648	0,47	0	1,48	0,47
	Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)		
Superior	1,37	0,9025	3,61	3,79	0,9475	2,29	2,95	0,7375	1,01	1,31	0,3275	0,99
Inferior	0,685	1,92	1,805	1,895	2,16	1,145	1,475	1,648	0,505	0,655	1,48	0,495
	As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)		
Superior	1,401	0,913	3,909	4,125	0,960	2,395	3,138	0,744	1,024	1,338	0,327	1,004
Inferior	0,690	1,990	1,865	1,963	2,252	1,165	1,512	1,697	0,506	0,659	1,518	0,496
	As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)		
Superior	2,000	2,000	3,909	4,125	2,000	2,395	3,138	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Inferior	2,000	2,000	2,000	2,000	2,252	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
	Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado		
Superior	2D14	2D14	2D14+1D14	2D14+1D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14
Inferior	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Superior	3,079	3,079	4,618	4,618	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079
Inferior	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079
	Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)		
Superior	154%	154%	118%	112%	154%	129%	98%	154%	154%	154%	154%	154%
Inferior	154%	154%	154%	154%	137%	154%	154%	154%	154%	154%	154%	154%

$$As_{colocado} := 2.262 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{longitudinal} := 12 \text{ mm}$$

$$\rho := \frac{As_{colocado}}{Ag} = 0.004$$

$$\phi_{refuerzo} := 12 \text{ mm}$$

Longitudes de Anclaje, Desarrollo y Empalme

Longitud de Desarrollo

$$l_d := \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 72.771 \text{ cm}$$

Longitud de Anclaje

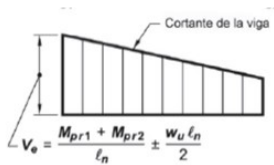
$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 14.4 \text{ cm}$$

$$ldh := \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 18.867 \text{ cm}$$

Longitud de Empalme

$$l_{empalme} := 1.3 \cdot l_d = 0.946 \text{ m}$$

Diseño por Cortante



$$a = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad M_{pr} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$A_{s_{critico}} := 4.524 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{colocado}} := 2.262 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 5.821 \text{ cm}$$

$$a_2 := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.911 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 5.009 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr2} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) = 2.677 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{probable} := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = 1.792 \text{ tonnef}$$

$$V_{gr} := 4.64 \text{ tonnef} \quad \text{ETABS}$$

$$V_u := V_{probable} + V_{gr} = 6.432 \text{ tonnef} \quad V_c := \begin{cases} \text{if } V_{probable} > 0.5 \cdot V_u \\ 0 \\ \text{else} \\ 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \end{cases} = 3.941 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \left(\frac{V_u}{0.75} \right) - V_c = 4.634 \text{ tonnef}$$

$$\phi_{estribo} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{estribo} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribo}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{estribo} = 1.571 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ Ramales}$$

$$S_{demanda} := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 34.165 \text{ cm} \quad \text{Por Demanda}$$

$$S_{normativa} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \phi_{longitudinal}, 200 \text{ mm} \right) = 6 \text{ cm}$$

$$S_{escogido} := \min (S_{demanda}, S_{normativa}) = 6 \text{ cm} \quad \text{Zona 2h}$$

E10mm@6cm- Zona 2h

$$S_{centro} := 2 \cdot S_{escogido} = 12 \text{ cm}$$

E10mm@12cm - Zona Central

Diseño de Elementos

Viga Eje 5

Demandas por ETABS

V25x35

$$h := 35 \text{ cm}$$

$$b := 25 \text{ cm}$$

$$d := h - 6 \text{ cm} = 29 \text{ cm}$$

$$A_g := b \cdot h = 875 \text{ cm}^2$$

$$l_n := 4.20 \text{ m}$$

$$h_{columna} := 30 \text{ cm}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$M_u := 7.07 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_u := 0.72 \text{ tonnef}$$

Comprobación de Altura

$$d_{demanda} := \sqrt[2]{\frac{M_u}{0.145 \cdot b \cdot f'_c}} = 28.507 \text{ cm}$$

$$h_{demanda} := d_{demanda} + 6 \text{ cm} = 34.507 \text{ cm}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } h < h_{demanda} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Redimensionar”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Ok”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Ok”}$$

Redimensionar: Viga25x35

Comprobación de Dimensiones

Comprobación 1: Carga Axial

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_u < A_g \cdot f'_c \cdot \frac{1}{10} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 2: Luz libre

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } l_n < 4 \cdot d \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 3: Base mínima

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b > \min(0.3 \cdot h, 250 \text{ mm}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 4: Proyección del ancho

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < h_{columna} + \min(2 \cdot h_{columna}, 1.5 \cdot h_{columna}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$As_{min} := \frac{14 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{fy} = 2.417 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := 0.025 \cdot b \cdot h = 21.875 \text{ cm}^2$$

Tabla de Acero Colocado

$$k = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} \quad As = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right)$$

	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Superior	2,93	0	5,55	7,07	0	5,78	2,95	0	2,4	3,76	0	1,75
Inferior	0	3,65	0	0	4,06	0	0	1,08	0	0	2,64	0
	Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)		
Superior	2,93	1,3875	5,55	7,07	1,7675	5,78	2,95	0,7375	2,4	3,76	0,94	1,75
Inferior	1,465	3,65	2,775	3,535	4,06	2,89	1,475	1,08	1,2	1,88	2,64	0,875
	As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)		
Superior	2,494	1,158	4,897	6,388	1,482	5,117	2,512	0,611	2,029	3,236	0,780	1,467
Inferior	1,224	3,136	2,357	3,033	3,508	2,459	1,233	0,898	0,999	1,579	2,239	0,726
	As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)		
Superior	2,917	2,917	4,897	6,388	2,917	5,117	2,917	2,917	2,917	3,236	2,917	2,917
Inferior	2,917	3,136	2,917	3,033	3,508	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917
	Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado		
Superior	2D16	2D16	2D16+1D16	2D16+1D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16
Inferior	2D16	2D16	2D16	2D14	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16	2D16
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Superior	4,021	4,021	6,032	6,032	4,021	6,032	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021
Inferior	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021	4,021
	Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)		
Superior	138%	138%	125%	94%	138%	118%	138%	138%	138%	124%	138%	138%
Inferior	138%	128%	138%	133%	115%	138%	138%	138%	138%	138%	138%	138%

$$As_{colocado} := 3.079 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{longitudinal} := 16 \text{ mm}$$

$$\rho := \frac{As_{colocado}}{Ag} = 0.004$$

$$\phi_{refuerzo} := 16 \text{ mm}$$

Longitudes de Anclaje, Desarrollo y Empalme

Longitud de Desarrollo

$$l_d := \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 97.028 \text{ cm}$$

Longitud de Anclaje

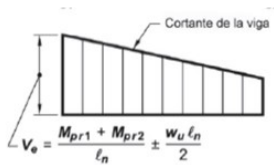
$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 19.2 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 25.155 \text{ cm}$$

Longitud de Empalme

$$l_{empalme} := 1.3 \cdot l_d = 1.261 \text{ m}$$

Diseño por Cortante



$$a = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad M_{pr} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$A_{s_{critico}} := 6.158 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{colocado}} = 3.079 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 6.339 \text{ cm}$$

$$a_2 := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.17 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 8.351 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr2} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) = 4.432 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{probable} := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = 3.043 \text{ tonnef}$$

$$V_{gr} := 4.97 \text{ tonnef}$$

$$V_u := V_{probable} + V_{gr} = 8.013 \text{ tonnef} \quad V_c := \begin{cases} \text{if } V_{probable} > 0.5 \cdot V_u \\ 0 \\ \text{else} \\ 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \end{cases} = 5.953 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \left(\frac{V_u}{0.75} \right) - V_c = 4.732 \text{ tonnef}$$

$$\phi_{estribo} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{estribo} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribo}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{estribo} = 1.571 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ Ramales}$$

$$S_{demanda} := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 40.433 \text{ cm} \quad \text{Por Demanda}$$

$$S_{normativa} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \phi_{longitudinal}, 200 \text{ mm} \right) = 7.25 \text{ cm}$$

$$S_{escogido} := \min (S_{demanda}, S_{normativa}) = 7.25 \text{ cm} \quad \text{Zona 2h}$$

E10mm@7cm- Zona 2h

$$S_{centro} := 2 \cdot S_{escogido} = 14.5 \text{ cm}$$

E10mm@14cm - Zona Central

Diseño de Elementos

Viga Eje C

V35x45

$h := 45 \text{ cm}$

$b := 35 \text{ cm}$

$d := h - 6 \text{ cm} = 39 \text{ cm}$

$Ag := b \cdot h = (1.575 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$

$ln := 4.29 \text{ m}$

$h_{columna} := 30 \text{ cm}$

$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Demandas por ETABS

$Mu := 15.93 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

$Pu := 0.99 \text{ tonnef}$

Comprobación de Altura

$$d_{demanda} := \sqrt[2]{\frac{Mu}{0.145 \cdot b \cdot f'_c}} = 36.165 \text{ cm}$$

$$h_{demanda} := d_{demanda} + 6 \text{ cm} = 42.165 \text{ cm}$$

$\left\| \begin{array}{l} \text{if } h < h_{demanda} \\ \quad \left\| \text{“Redimensionar”} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“Ok”} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Ok”}$

Redimensionar: Viga20x35

Comprobación de Dimensiones

Comprobación 1: Carga Axial

$\left\| \begin{array}{l} \text{if } Pu < Ag \cdot f'_c \cdot \frac{1}{10} \\ \quad \left\| \text{“Cumple”} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“No cumple”} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$

Comprobación 2: Luz libre

$\left\| \begin{array}{l} \text{if } ln < 4 \cdot d \\ \quad \left\| \text{“No Cumple”} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“Cumple”} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$

Comprobación 3: Base mínima

$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b > \min(0.3 \cdot h, 250 \text{ mm}) \\ \quad \left\| \text{“Cumple”} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“No cumple”} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$

Comprobación 4: Proyección del ancho

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < h_{columna} + \min(2 \cdot h_{columna}, 1.5 \cdot h_{columna}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$As_{min} := \frac{14 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{fy} = 4.55 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := 0.025 \cdot b \cdot h = 39.375 \text{ cm}^2$$

Tabla de Acero Colocado

$$k = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} \quad As = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right)$$

	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Superior	1,26	0	6,05	6,51	0	13,13	15,93	0	2,32
Inferior	1,99	6,47	0	0	1,91	0	0	12,57	0,99
	Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)		
Superior	1,26	1,5125	6,05	6,51	3,2825	13,13	15,93	3,9825	2,32
Inferior	1,99	6,47	3,025	3,255	1,91	6,565	7,965	12,57	1,16
	As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)		
Superior	0,774	0,930	3,803	4,101	2,035	8,570	10,567	2,478	1,432
Inferior	1,226	4,075	1,873	2,018	1,176	4,137	5,055	8,178	0,712
	As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)		
Superior	5,250	5,250	5,250	5,250	5,250	8,570	10,567	5,250	5,250
Inferior	5,250	5,250	5,250	5,250	5,250	5,250	5,250	8,178	5,250
	Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado		
Superior	2D20	2D20	2D20	2D20	2D20	2D20+2D20	2D20+2D20	2D20	2D20
Inferior	2D20	2D20	2D20	2D20	2D20	2D20	2D20	2D20	2D20
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Superior	6,283	6,283	6,283	6,283	6,283	10,304	10,304	6,283	6,283
Inferior	6,283	6,283	6,283	6,283	6,283	6,283	6,283	8,294	6,283
	Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)		
Superior	120%	120%	120%	120%	120%	120%	98%	120%	120%
Inferior	120%	120%	120%	120%	120%	120%	120%	101%	120%

$$As_{colocado} := 6.283 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{longitudinal} := 20 \text{ mm}$$

$$\rho := \frac{As_{colocado}}{Ag} = 0.004$$

$$\phi_{refuerzo} := 20 \text{ mm}$$

Longitudes de Anclaje, Desarrollo y Empalme

Longitud de Desarrollo

$$l_d := \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 121.285 \text{ cm}$$

Longitud de Anclaje

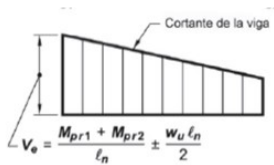
$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 24 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 31.444 \text{ cm}$$

Longitud de Empalme

$$l_{empalme} := 1.3 \cdot l_d = 1.577 \text{ m}$$

Diseño por Cortante



$$a = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad M_{pr} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$A_{s_{critico}} := 10.304 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{colocado}} = 6.283 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 7.576 \text{ cm}$$

$$a_2 := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.62 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 19.048 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr2} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) = 12.102 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{probable} := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = 7.261 \text{ tonnef}$$

$$V_{gr} := 10.53 \text{ tonnef}$$

$$V_u := V_{probable} + V_{gr} = 17.791 \text{ tonnef} \quad V_c := \begin{cases} \text{if } V_{probable} > 0.5 \cdot V_u \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 0 \text{ tonnef} \\ \text{else} \\ 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \end{array} \right\| \end{cases} = 11.208 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \left(\frac{V_u}{0.75} \right) - V_c = 12.514 \text{ tonnef}$$

$$\phi_{estribo} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{estribo} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribo}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{estribo} = 1.571 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ Ramales}$$

$$S_{demanda} := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 20.561 \text{ cm} \quad \text{Por Demanda}$$

$$S_{normativa} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \phi_{longitudinal}, 200 \text{ mm} \right) = 9.75 \text{ cm}$$

$$S_{escogido} := \min (S_{demanda}, S_{normativa}) = 9.75 \text{ cm} \quad \text{Zona 2h}$$

E10mm@9cm- Zona 2h

$$S_{centro} := 2 \cdot S_{escogido} = 19.5 \text{ cm}$$

E10mm@19cm - Zona Central

Diseño de Elementos

Viga Eje D

Demandas por ETABS

V20x35

$$h := 35 \text{ cm}$$

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

$$d := h - 6 \text{ cm} = 29 \text{ cm}$$

$$A_g := b \cdot h = 700 \text{ cm}^2$$

$$l_n := 4.29 \text{ m}$$

$$h_{\text{columna}} := 30 \text{ cm}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$M_u := 3.97 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_u := 0.39 \text{ tonnef}$$

Comprobación de Altura

$$d_{\text{demanda}} := \sqrt[2]{\frac{M_u}{0.145 \cdot b \cdot f'_c}} = 23.883 \text{ cm}$$

$$h_{\text{demanda}} := d_{\text{demanda}} + 6 \text{ cm} = 29.883 \text{ cm}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } h < h_{\text{demanda}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Redimensionar”} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Ok”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Ok”}$$

Comprobación de Dimensiones

Comprobación 1: Carga Axial

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_u < A_g \cdot f'_c \cdot \frac{1}{10} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 2: Luz libre

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } l_n < 4 \cdot d \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 3: Base mínima

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b > \min(0.3 \cdot h, 250 \text{ mm}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 4: Proyección del ancho

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < h_{\text{columna}} + \min(2 \cdot h_{\text{columna}}, 1.5 \cdot h_{\text{columna}}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"No Cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$A_{s_{\min}} := \frac{14 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b \cdot d}{f_y} = 1.933 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} := 0.025 \cdot b \cdot h = 17.5 \text{ cm}^2$$

Tabla de Acero Colocado

$$k = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \quad A_s = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot k \cdot d \cdot f_y}} \right)$$

	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Superior	1,23	0	2,66	3,97	0	2,86	1,85	0	1,86	2	0	1,03
Inferior	0,67	2,26	0	0	2,18	0	0,01	0,056	0,99	0	1,93	0,85
	Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)			Momentos Min (T-m)		
Superior	1,23	0,665	2,66	3,97	0,9925	2,86	1,85	0,465	1,86	2	0,5	1,03
Inferior	0,67	2,26	1,33	1,985	2,18	1,43	0,925	0,056	0,99	1	1,93	0,85
	As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)			As requerido (cm2)		
Superior	1,025	0,550	2,256	3,426	0,825	2,432	1,553	0,384	1,562	1,682	0,413	0,856
Inferior	0,554	1,907	1,109	1,669	1,838	1,194	0,768	0,046	0,822	0,831	1,622	0,705
	As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)			As requerido Min (cm2)		
Superior	2,917	2,917	2,917	3,426	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917
Inferior	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917
	Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado			Acero colocado		
Superior	2D14	2D14	2D14	2D14+1D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14
Inferior	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14	2D14
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Superior	3,079	3,079	3,079	4,618	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079
Inferior	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079	3,079
	Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)			Acero colocado/Acero requerido (%)		
Superior	106%	106%	106%	135%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%
Inferior	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%	106%

$$A_{s_{\text{colocado}}} := 3.079 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{\text{longitudinal}} := 14 \text{ mm}$$

$$\rho := \frac{A_{s_{\text{colocado}}}}{A_g} = 0.004$$

$$\phi_{\text{refuerzo}} := 14 \text{ mm}$$

Longitudes de Anclaje, Desarrollo y Empalme

Longitud de Desarrollo

$$ld := \frac{fy}{1.4 \cdot \sqrt{f'c \cdot MPa}} \cdot \phi_{longitudinal} = 84.899 \text{ cm}$$

Longitud de Anclaje

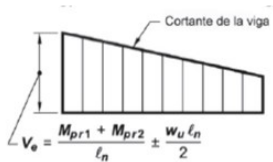
$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 16.8 \text{ cm}$$

$$ldh := \frac{fy}{5.4 \cdot \sqrt{f'c \cdot MPa}} \cdot \phi_{longitudinal} = 22.011 \text{ cm}$$

Longitud de Empalme

$$l_{empalme} := 1.3 \cdot ld = 1.104 \text{ m}$$

Diseño por Cortante



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

$$A_{s_{critico}} := 4.618 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{colocado}} := 3.079 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 5.942 \text{ cm}$$

$$a_2 := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 3.962 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := A_{s_{critico}} \cdot 1.25 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 6.311 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{pr2} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) = 4.368 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$V_{probable} := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = 2.489 \text{ tonnef}$$

$$V_{gr} := 3.11 \text{ tonnef}$$

$$Vu := V_{probable} + V_{gr} = 5.599 \text{ tonnef} \quad Vc := \begin{cases} \text{if } V_{probable} > 0.5 \cdot Vu \\ \parallel \\ 0 \\ \text{else} \\ \parallel \\ 0.53 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} \cdot b \cdot d \end{cases} = 4.762 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \left(\frac{V_u}{0.75} \right) - V_c = 2.703 \text{ tonnef}$$

$$\phi_{estribo} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{estribo} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribo}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{estribo} = 1.571 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ Ramales}$$

$$S_{demanda} := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 70.776 \text{ cm} \quad \text{Por Demanda}$$

$$S_{normativa} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \phi_{longitudinal}, 200 \text{ mm} \right) = 7.25 \text{ cm}$$

$$S_{escogido} := \min (S_{demanda}, S_{normativa}) = 7.25 \text{ cm} \quad \text{Zona 2h}$$

E10mm@6cm- Zona 2h

$$S_{centro} := 2 \cdot S_{escogido} = 14.5 \text{ cm}$$

E10mm@12cm - Zona Central

Diseño de Columnas

Dimensiones

$$b := 35 \text{ cm}$$

$$h := 35 \text{ cm}$$

$$f'c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Ag := b \cdot h = (1.225 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$$

$$d := h - 4 \text{ cm} - \phi_{estribos} - \frac{\phi_{longitudinal}}{2} = 28.9 \text{ cm}$$

$$L := 4.30 \text{ m}$$

Armado

$$\phi_{longitudinal} := 18 \text{ mm}$$

$$\phi_{estribos} := 12 \text{ mm}$$

$$\#_{varillas} := 8$$

$$As := \#_{varillas} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{longitudinal}^2}{4} = 20.358 \text{ cm}^2$$

$$r := 4 \text{ cm}$$

$$A_{st} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribos}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

Comprobación Secciones

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < 30 \text{ cm} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } h < 30 \text{ cm} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b}{h} > 0.4 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación de Cuantía

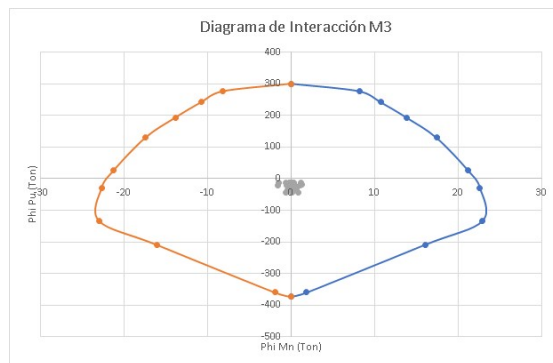
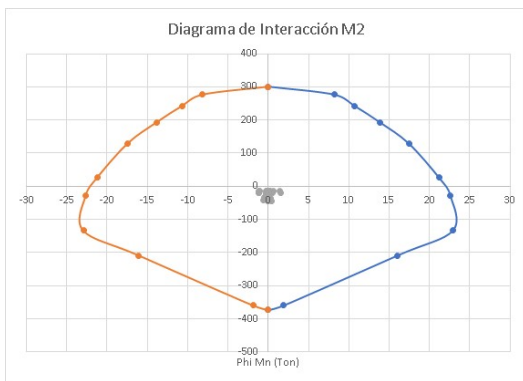
$$\rho := \frac{As}{Ag} = 0.017$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.015 > \rho > 0.03 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Demandas

Column	Input Cas	Case Type	Station m	P		
				tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
C7	1.4D	Combination	0	-22,2877	0,2127	-0,2889
C7	1.4D	Combination	1,5	-21,9097	-0,0425	0,0721
C7	1.4D	Combination	3	-21,5317	-0,2976	0,4331
C7	1.2D+1.6L	Combination	0	-44,5755	0,4254	-0,5778
C7	1.2D+1.6L	Combination	1,5	-43,8195	-0,085	0,1442
C7	1.2D+1.6L	Combination	3	-43,0635	-0,5953	0,8662
C7	1.2D+1L	Combination	0	-35,0236	0,3342	-0,454
C7	1.2D+1L	Combination	1,5	-34,4296	-0,0667	0,1133
C7	1.2D+1L	Combination	3	-33,8356	-0,4677	0,6806
C7	1.2D+Eq+L	Combination	0	-20,6499	1,5152	-0,2778
C7	1.2D+Eq+L	Combination	1,5	-20,3259	0,2012	0,0663
C7	1.2D+Eq+L	Combination	3	-20,0019	-1,1129	0,4104
C7	1.2D+Ex+L	Combination	0	-20,1506	0,1963	-1,5891
C7	1.2D+Ex+L	Combination	1,5	-19,8266	-0,0399	-0,1637
C7	1.2D+Ex+L	Combination	3	-19,5026	-0,2761	1,2617
C7	1.2D+Ex+L	Combination	0	-20,7837	0,198	1,0622
C7	1.2D+Ex+L	Combination	1,5	-20,4597	-0,0391	0,2957
C7	1.2D+Ex+L	Combination	3	-20,1357	-0,2763	-0,4708
C7	1.2D+Sy-L	Combination	0	-20,2844	-1,1209	-0,2491
C7	1.2D+Sy-L	Combination	1,5	-19,9604	-0,2802	0,0657
C7	1.2D+Sy-L	Combination	3	-19,6364	0,5605	0,3805
C7	0.9D	Combination	0	-14,3278	0,1367	-0,1857
C7	0.9D	Combination	1,5	-14,0848	-0,0273	0,0463
C7	0.9D	Combination	3	-13,8418	-0,1913	0,2784
C7	0.9D+Sx	Combination	0	-14,6444	0,1376	1,1399
C7	0.9D+Sx	Combination	1,5	-14,4014	-0,0269	0,2761
C7	0.9D+Sx	Combination	3	-14,1584	-0,1914	-0,5878
C7	0.9D+Sx	Combination	0	-14,0113	0,1359	-1,5114
C7	0.9D+Sx	Combination	1,5	-13,7683	-0,0277	-0,1834
C7	0.9D+Sx	Combination	3	-13,5253	-0,1912	1,1446
C7	0.9D+Sy	Combination	0	-14,5106	1,4548	-0,2001
C7	0.9D+Sy	Combination	1,5	-14,2676	0,2134	0,0466
C7	0.9D+Sy	Combination	3	-14,0246	-1,028	0,2934
C7	0.9D+Sy	Combination	0	-14,1451	-1,1813	-0,1714
C7	0.9D+Sy	Combination	1,5	-13,9021	-0,268	0,046
C7	0.9D+Sy	Combination	3	-13,6591	0,6453	0,2635

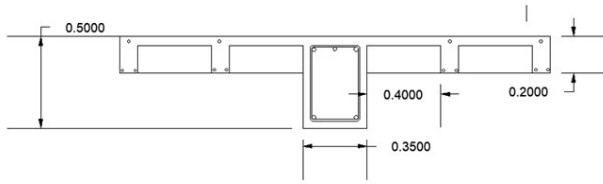
Diagramas de Interacción



Dado que las demandas se encuentran dentro del Diagrama de Interacción se puede concluir que la columna cumple con las demandas correspondientes.

Comprobación Viga Débil - Columna Fuerte

Viga Eje 2: V35x50



Refuerzo Viga

$$\phi_{viga} := 20 \text{ mm}$$

$$\phi_{refuerzo} := 18 \text{ mm}$$

$$\phi_{losa} := 16 \text{ mm}$$

$$A_1 := \pi \cdot \frac{\phi_{viga}^2}{4} = 3.142 \text{ cm}^2$$

$$A_2 := \pi \cdot \frac{\phi_{refuerzo}^2}{4} = 2.545 \text{ cm}^2$$

$$A_3 := \pi \cdot \frac{\phi_{losa}^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

$$As_{top} := 2 \cdot A_1 + A_2 + 4 \cdot A_3 = 16.87 \text{ cm}^2$$

$$As_{bot} := 2 \cdot A_1 = 6.283 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := \frac{As_{top} \cdot 1.25 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 12.405 \text{ cm}$$

$$a_2 := \frac{As_{bot} \cdot 1.25 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 4.62 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := As_{top} \cdot 1.25 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a_1}{2} \right) = 20.103 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{pr2} := As_{bot} \cdot 1.25 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a_2}{2} \right) = 8.771 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{nb} := M_{pr1} + M_{pr2} = 28.874 \text{ tonnef} \cdot m$$

Momentos de Columnas

$$M_{n1} := 21 \text{ tonnef} \cdot m$$

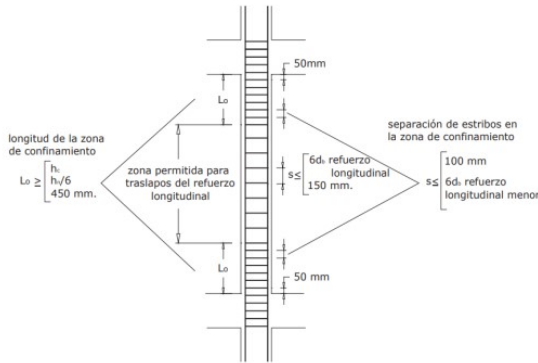
Obtenidos del Diagrama de Interacción

$$M_{n2} := 20.5 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{nc} := M_{n1} + M_{n2} = 41.5 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } M_{nc} > 1.2 \cdot M_{nb} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple criterio"} \\ \text{else} \\ \text{"No cumple criterio"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple criterio"}$$

Acero Transversal



$$L_o := \max \left(h, \frac{L}{6}, 450 \text{ mm} \right) = 71.667 \text{ cm}$$

$$s_1 := \min (100 \text{ mm}, 6 \cdot \phi_{\text{longitudinal}}) = 10 \text{ cm}$$

$$s_2 := \min (150 \text{ mm}, 6 \cdot \phi_{\text{longitudinal}}) = 10.8 \text{ cm}$$

Confinamiento

$$A_{sh} = 0.3 \frac{s_b f_c}{f_{yt}} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

$$A_{sh} = 0.09 \frac{s_b f_c}{f_{yt}}$$

$$A_{ch} := (b - 2r) \cdot (h - 2r) = 729 \text{ cm}^2$$

$$bc := b - 2r = 0.27 \text{ m}$$

$$A_{sh1} := \frac{0.3 \cdot s_1 \cdot bc \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) = 3.149 \text{ cm}^2$$

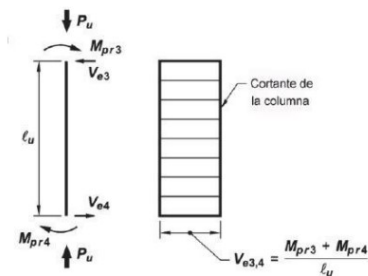
$$A_{sh2} := 0.09 \cdot \frac{s_1 \cdot bc \cdot f'_c}{f_y} = 1.389 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{st} + A_{st} = 3.393 \text{ cm}^2$$

Estribo de 12mm + 1 Estribo 12mm @10 cm

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } \max (A_{sh1}, A_{sh2}) > A_v \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{“No cumple por confinamiento”} \\ \text{else} \\ \text{“Cumple por confinamiento”} \end{array} \right. \\ \end{array} \right\} = \text{“Cumple por confinamiento”}$$

Diseño por cortante



Los momentos probables se obtendrán a través del Diagrama de Interacción y a través de la carga axial obtenida de la combinación crítica

$$P_u := 44.58 \text{ tonnef}$$

$$M_n := 21 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr1v} := 1.25 Mn = 26.25 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{pr2v} := M_{pr1v} = 26.25 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$V_e := \frac{M_{pr1v} + M_{pr2v}}{L} = 12.209 \text{ tonnef}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } P_u \geq Ag \cdot \frac{f'_c}{20} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Aporte del concreto”} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Sin aporte del concreto”} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{“Aporte del concreto”}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$V_c := 0.53 \cdot \left(1 + \frac{P_u}{140 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot Ag} \right) \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d = 10.464 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \frac{V_e}{0.75} - V_c = 5.815 \text{ tonnef} \quad s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 70.822 \text{ cm}$$

La separación colocada por confinamiento cumple por la demanda de cortante.

Longitudes de Anclaje, desarrollo y empalme

$$l_d := \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 1.092 \text{ m}$$

$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 21.6 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{longitudinal} = 28.3 \text{ cm}$$

$$l_e := 1.3 \cdot l_d = 1.419 \text{ m}$$

Diseño de Columnas-Nave Industrial

Dimensiones

$$b := 35 \text{ cm}$$

$$h := 55 \text{ cm}$$

$$f'c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Ag := b \cdot h = (1.925 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$$

$$d := h - 4 \text{ cm} - \phi_{\text{estribos}} - \frac{\phi_{\text{longitudinal}}}{2} = 48.55 \text{ cm}$$

$$L := 4.2 \text{ m}$$

Armado

$$\phi_{\text{longitudinal}} := 25 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{estribos}} := 12 \text{ mm}$$

$$\#_{\text{varillas}} := 10$$

$$As := \#_{\text{varillas}} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{\text{longitudinal}}^2}{4} = 49.087 \text{ cm}^2$$

$$r := 4 \text{ cm}$$

$$A_{st} := \pi \cdot \frac{\phi_{\text{estribos}}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

Comprobación Secciones

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < 30 \text{ cm} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } h < 30 \text{ cm} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

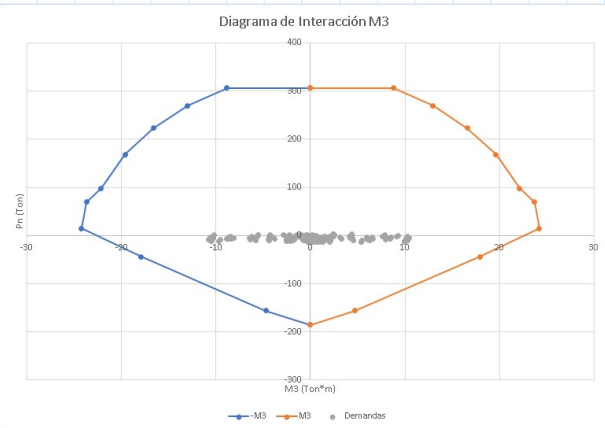
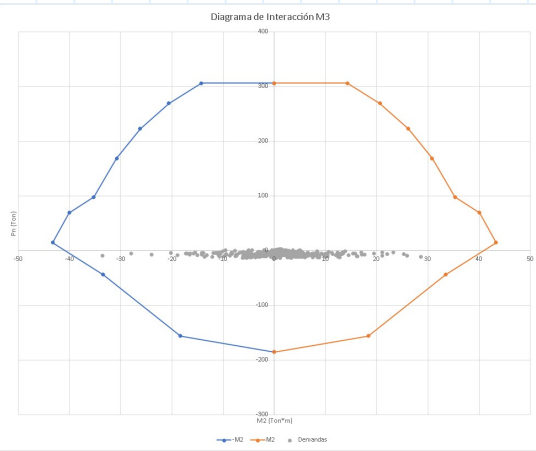
$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b}{h} > 0.4 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Comprobación de Cuantía

$$\rho := \frac{As}{Ag} = 0.025$$

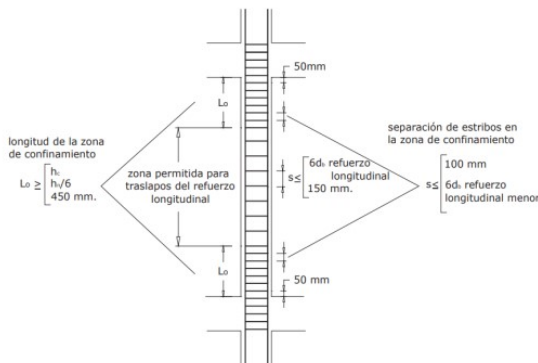
$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.015 > \rho > 0.03 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Comprobaciones por Diagramas de Interacción



Dado que las demandas se encuentran dentro del Diagrama de Interacción se puede concluir que la columna cumple con las demandas correspondientes.

Acero Transversal



$$L_o := \max\left(h, \frac{L}{6}, 450 \text{ mm}\right) = 70 \text{ cm}$$

$$s_1 := \min(100 \text{ mm}, 6 \cdot \phi_{\text{longitudinal}}) = 10 \text{ cm}$$

$$s_2 := \min(150 \text{ mm}, 6 \cdot \phi_{\text{longitudinal}}) = 15 \text{ cm}$$

Confinamiento

$$A_{sh} = 0.3 \frac{s_b c f_c}{f_{yt}} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

$$A_{sh} = 0.09 \frac{s_b c f_c}{f_{yt}}$$

$$A_{ch} := (b - 2r) \cdot (h - 2r) = 0.127 \text{ m}^2$$

$$bc := b - 2r = 0.27 \text{ m}$$

$$A_{sh1} := \frac{0.3 \cdot s_1 \cdot bc \cdot f_c}{f_y} \cdot \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) = 2.393 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh2} := 0.09 \cdot \frac{s_1 \cdot bc \cdot f_c}{f_y} = 1.389 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{st} + 2 \cdot A_{st} = 4.524 \text{ cm}^2$$

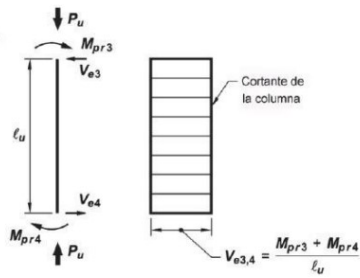
Estribo de 12mm +1 Estribo @10 cm en Lo
Estribo de 12mm +1 Estribo @15 cm en el centro

```

|| if max (Ash1, Ash2) > Av || = "Cumple por confinamiento"
|| || "No cumple por confinamiento" ||
|| else ||
|| || "Cumple por confinamiento" ||

```

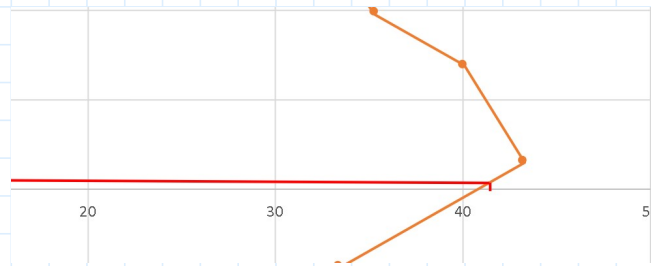
Diseño por cortante



Los momentos probables se obtendrán a través del Diagrama de Interacción y a través de la carga axial obtenida de la combinación crítica

$$P_u := 8.89 \text{ tonnef}$$

$$M_n := 41 \text{ tonnef} \cdot m$$



$$M_{pr1} := 1.25 M_n = 51.25 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{pr2} := M_{pr1} = 51.25 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$V_e := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L} = 24.405 \text{ tonnef}$$

```

|| if Pu ≥ Ag · f'c / 20 || = "Sin aporte del concreto"
|| || "Aporte del concreto" ||
|| else ||
|| || "Sin aporte del concreto" ||

```

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

$$V_c := 0 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \frac{V_e}{0.75} - V_c = 32.54 \text{ tonnef}$$

$$s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 28.349 \text{ cm}$$

La separación colocada por confinamiento cumple por la demanda de cortante.

Longitudes de Anclaje, desarrollo y empalme

$$l_d := \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{\text{longitudinal}} = 1.516 \text{ m}$$

$$l_{\text{ext}} := 12 \cdot \phi_{\text{longitudinal}} = 30 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \frac{f_y}{5.4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \cdot \phi_{\text{longitudinal}} = 39.305 \text{ cm}$$

$$l_e := 1.3 \cdot l_d = 1.971 \text{ m}$$

Armado de columnetas y viguetas

Debido a que solo se utilizan para darle rigidez a la mampostería se colocará el acero mínimo

Viguetas 15x20

$$h_{viguetas} := 20 \text{ cm} \quad f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$b_{viguetas} := 15 \text{ cm} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$d_{viguetas} := h_{viguetas} - 6 \text{ cm} = 0.14 \text{ m}$$

$$A_{smin} := 14 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \frac{b_{viguetas} \cdot d_{viguetas}}{f_y} = 0.7 \text{ cm}^2$$

$$\Phi_{viguetas} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{sviguetas} := \pi \cdot \frac{\Phi_{viguetas}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

Inicio	Centro	Fin
2D12	2D12	2D12
2D12	2D12	2D12

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{sviguetas} > A_{smin} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Acero transversal

$$s_{min} := 20 \text{ cm}$$

E8cm@20cm

Columnetas

Columnetas 15x20

Cuantía entre 1% y 3%

$$h_{columneta} := 20 \text{ cm}$$

$$A_{scolumnetas} := \pi \cdot \frac{\Phi_{viguetas}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$b_{columneta} := 15 \text{ cm}$$

$$A_{scolocado} := 4 \cdot A_{scolumnetas} = 4.524 \text{ cm}^2$$

$$A_g := h_{columneta} \cdot b_{columneta} = 300 \text{ cm}^2$$

$$\rho := \frac{A_{scolocado}}{A_g} = 0.015 \quad \text{Cumple}$$

$$\Phi_{columnetas} := 12 \text{ mm}$$

Acero transversal

$s_{mincola} := 15 \text{ cm}$

E8mm@15cm

Diseño de escalera

Dimensiones

$$h := 30 \text{ cm}$$

$$Ch := 15 \text{ cm}$$

$$Ae := 1.20 \text{ m}$$

$$f'c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$r := 3 \text{ cm}$$

$$Q := 400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$Ac := 40 \text{ cm}$$

Huella

Contrahuella

Ancho Escalera

Resistencia a la compresión del concreto

Fluencia del acero de refuerzo

Recubrimiento

Sobrecarga impuesta

Cimentación de la escalera

Tramo 1

$$D_1 := 1.2 \text{ m}$$

$$\#_{pasos1} := 12$$

$$L_{n1} := D_1 + \#_{pasos1} \cdot h - Ac = 4.4 \text{ m}$$

$$Ba_1 := 25 \text{ cm}$$

Descanso en Tramo 1

Número de pasos Tramo 1

Luz libre Tramo 1

Base de apoyo Tramo 1

Tramo 2

$$D_2 := 1.17 \text{ m}$$

$$\#_{pasos2} := 5$$

$$L_{n2} := D_1 + D_2 + \#_{pasos2} \cdot h = 3.87 \text{ m}$$

$$Ba_2 := 25 \text{ cm}$$

Descanso en Tramo 2

Número de pasos Tramo 2

Luz libre Tramo 2

Base de apoyo Tramo 2

Predimensionamiento

Cálculo de espesor Tramo 1

$$t_{1.1} := \frac{L_{n1}}{20} = 0.22 \text{ m}$$

$$t_{1.2} := \frac{L_{n1}}{25} = 0.176 \text{ m}$$

Cálculo de espesor Tramo 2

$$t_{2.1} := \frac{L_{n2}}{20} = 0.194 \text{ m}$$

$$t_{2.2} := \frac{L_{n2}}{25} = 0.155 \text{ m}$$

$$t_{1prom} := \text{mean}(t_{1.1}, t_{1.2}) = 19.8 \text{ cm}$$

$$t_{2prom} := \text{mean}(t_{2.1}, t_{2.2}) = 17.415 \text{ cm}$$

$$t_{1elegido} := 20 \text{ cm}$$

$$t_{2elegido} := 20 \text{ cm}$$

Cálculo de altura media

Cálculo de altura media Tramo 1

Por geometría:

$$\cos\theta_1 := \frac{h}{\sqrt{h^2 + Ch^2}} = 0.894$$

$$Hm_1 := \frac{t_{1elegido}}{\cos\theta_1} + \frac{Ch}{2} = 29.861 \text{ cm}$$

Cálculo de altura media Tramo 2

Por geometría:

$$\cos\theta_2 := \frac{h}{\sqrt{h^2 + Ch^2}} = 0.894$$

$$Hm_2 := \frac{t_{2elegido}}{\cos\theta_2} + \frac{Ch}{2} = 29.861 \text{ cm}$$

Cargas Distribuidas

Tramo 1

Garganta

$$\rho_{hormigón} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$Q_{mgar1} := \rho_{hormigón} \cdot Hm_1 \cdot Ae = 859.988 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Q_{vgar1} := Q \cdot Ae = 480 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Q_{ugar1} := 1.2 \cdot Q_{mgar1} + 1.6 \cdot Q_{vgar1} = 1.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Descanso

$$Q_{mdes1} := \rho_{hormigón} \cdot t_{1elegido} \cdot D_1 = 576 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Q_{vdes1} := Q \cdot D_1 = 480 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Q_{udes1} := 1.2 \cdot Q_{mdes1} + 1.6 \cdot Q_{vdes1} = 1.459 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Tramo 2

Garganta

$$Q_{mgar2} := \rho_{hormigón} \cdot Hm_2 \cdot Ae = 859.988 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Q_{vgar2} := Q \cdot Ae = 480 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Q_{ugar2} := 1.2 \cdot Q_{mgar2} + 1.6 \cdot Q_{vgar2} = 1.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Descanso

$$Q_{mdes2} := \rho_{\text{hormigón}} \cdot t_{2\text{elegido}} \cdot D_2 = 0.562 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Q_{vdes2} := Q \cdot D_2 = 468 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Q_{udes2} := 1.2 \cdot Q_{mdes2} + 1.6 \cdot Q_{vdes2} = 1.423 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Idealización

Se idealiza los tramos de la escalera como vigas simplemente apoyadas y se obtiene su momento máximo a través de un software de análisis estructural

Tramo 1

$$M_{\text{diseño}1} := 37.23 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad R_{1y} := 3.49 \text{ tonnef}$$

$$V_{\text{max}} := 3.49 \text{ tonnef} \quad R_{2y} := 3.23 \text{ tonnef}$$

$$M_{\text{diseño}1} = 3.796 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Tramo 2

$$M_{\text{diseño}2} := 3.21 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad R_{3y} := 3.39 \text{ tonnef}$$

$$V_{\text{max}2} := 3.39 \text{ tonnef} \quad R_{4y} := 3.07 \text{ tonnef}$$

Verificación por cortante

Tramo 1

$$\Phi := 0.75$$

$$d := t_{1\text{elegido}} - r = 17 \text{ cm}$$

$$V_{ud} := R_{1y} - Q_{ugar1} \cdot \left(\frac{Ac}{2} + d \right) = 2.824 \text{ tonnef} \quad \text{Cortante Crítico}$$

$$V_{ud'} := V_{ud} \cdot \cos\theta_1 = 2.526 \text{ tonnef}$$

$$V_n := \frac{V_{ud'}}{\Phi} = 3.368 \text{ tonnef}$$

$$V_c := 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot Ae \cdot d = 15.668 \text{ tonnef} \quad \text{Resistencia del concreto}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } V_c > V_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Tramo 2

$$d_2 := t_{2elegido} - r = 17 \text{ cm}$$

$$V_{ud2} := R_{2y} - Q_{ugar2} \cdot \left(\frac{Ba_2}{2} + d \right) = 2.699 \text{ tonnef}$$

$$Vn_2 := \frac{V_{ud2}}{\Phi} = 3.599 \text{ tonnef}$$

$$Vc_2 := 0.53 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot Ae \cdot d_2 = 15.668 \text{ tonnef}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } Vc > Vn \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Diseño de Acero

Tramo 1

Acero longitudinal positivo

$$a := 1.772 \text{ cm}$$

$$As_1 := \frac{M_{diseño1}}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)} = 6.233 \text{ cm}^2$$

$$a_{real} := \frac{As_1 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot Ae} = 1.222 \text{ cm}$$

$$\Phi_{longitudinal} := 14 \text{ mm}$$

$$A_{longitudinal} := \pi \cdot \frac{\Phi_{longitudinal}^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$n_{varillas} := \frac{As_1}{A_{longitudinal}} = 4.049$$

$$n_{varillasele} := 6$$

$$s := \frac{Ae - 2 \cdot r - \Phi_{longitudinal}}{n_{varillasele} - 1} = 22.52 \text{ cm}$$

$$s_{elegida} := 20 \text{ cm}$$

Acero longitudinal negativo

$$As_{min1} := 0.0018 \cdot Ae \cdot d = 3.672 \text{ cm}^2$$

$$As_{min2} := \frac{As_1}{3} = 2.078 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} := \max(As_{min1}, As_{min2}) = 3.672 \text{ cm}^2$$

$$n_{varillasnega} := \frac{As_{min}}{A_{negativo}} = 3.247$$

$$n_{varillasnegaele} := 3$$

$$\Phi_{negativo} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{negativo} := \pi \cdot \frac{\Phi_{negativo}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$s_2 := \frac{Ae - 2 \cdot r - \Phi_{longitudinal}}{n_{varillasnegaele} - 1} = 56.3 \text{ cm}$$

$$s_{2elegido} := 35 \text{ cm}$$

Tramo 2 Acero longitudinal positivo

$$a_2 := 1.009 \text{ cm}$$

$$As_2 := \frac{M_{diseño2}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d_2 - \frac{a_2}{2} \right)} = 5.148 \text{ cm}^2$$

$$a_{real2} := \frac{As_2 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot Ae} = 1.009 \text{ cm}$$

$$n_{varillas2} := \frac{As_2}{A_{longitudinal}} = 3.344$$

$$n_{varillasele2} := 4$$

$$s_{tramo2} := \frac{Ae - 2 \cdot r - \Phi_{longitudinal}}{n_{varillasele2} - 1} = 37.533 \text{ cm}$$

$$s_{elegidatramo2} := 30 \text{ cm}$$

Acero longitudinal negativo

$$As_{min3} := 0.0018 \cdot Ae \cdot d_2 = 3.672 \text{ cm}^2$$

$$As_{min4} := \frac{As_2}{3} = 1.716 \text{ cm}^2$$

$$As_{mintramo2} := \max(As_{min3}, As_{min4}) = 3.672 \text{ cm}^2$$

$$n_{varillasnegatramo2} := \frac{As_{mintramo2}}{A_{snegativo}} = 3.247$$

$$n_{varillasnegaele2} := 4$$

$$s_{nega2} := \frac{Ae - 2 \cdot r - \Phi_{longitudinal}}{n_{varillasnegaele} - 1} = 56.3 \text{ cm}$$

$$s_{nelegido2} := 35 \text{ cm}$$

Acero por retracción

$$A_{rt} := 0.0018 \cdot t_{1\text{elegido}} = 3.6 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\Phi_{rt} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{vrt} := \pi \cdot \frac{\Phi_{rt}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$s_{rt} := \frac{A_{vrt}}{A_{rt}} = 21.817 \text{ cm}$$

1 $\Phi 10\text{mm}@20\text{cm}$

Cortes de acero negativo

Tramo 1

$$L_1 := 3.6 \text{ m}$$

Longitud horizontal de la parte inclinada de la esclera

$$L_{1i} := \frac{L_{1ma}}{\cos\theta_1} = ? \text{ m}$$

Longitud inclinada

$$\text{Corte}_1 := \frac{L_{1i}}{3} = 1.342 \text{ m}$$

Corte de acero

Tramo 2

$$L_2 := 1.47 \text{ m}$$

Longitud horizontal de la parte inclinada de la esclera

$$L_{2i} := \frac{L_2}{\cos\theta_1} = 1.644 \text{ m}$$

Longitud inclinada

$$\text{Corte}_2 := \frac{L_{2i}}{3} = 0.548 \text{ m}$$

Corte de acero

Diseño de Losa en 2 direcciones

Losa en 2 direcciones de 20 cm

$$Q_m := 0.33 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$Q_v := 0.07 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$Q_u := 1.2 \cdot Q_m + 1.6 \cdot Q_v = 0.508 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Se escogerá como paño crítico el de la esquina:

$$A := 4 \text{ m}$$

$$B := 4.30 \text{ m}$$

Caso 4: Empotrado y simplemente apoyado

$$rel := \frac{A}{B} = 0.93$$

$$h_{viga} := 35 \text{ cm}$$

$$h_{losa} := 20 \text{ cm}$$

$\text{if } h_{losa} \geq \frac{h_{viga}}{3}$	= “Se puede usar el criterio”
$\text{“Se puede usar el criterio”}$	
else	
$\text{“No se puede usar el criterio”}$	

COEFICIENTES DE MOMENTO NEGATIVO PARA CARGA VIVA+CARGA MUERTA (marcelopardo.com)

m=la/lb		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1	Ca-neg		0.045		0.050	0.075	0.071		0.033	0.061
	Cb-neg		0.045	0.076	0.050		0.071	0.061	0.033	
0.95	Ca-neg		0.050		0.055	0.079	0.075		0.038	0.065
	Cb-neg		0.041	0.072	0.045		0.067	0.056	0.029	
0.9	Ca-neg		0.055		0.060	0.080	0.079		0.043	0.068
	Cb-neg		0.037	0.070	0.040		0.062	0.052	0.025	
0.85	Ca-neg		0.060		0.066	0.082	0.083		0.049	0.072
	Cb-neg		0.031	0.065	0.034		0.057	0.046	0.021	
0.8	Ca-neg		0.065		0.071	0.083	0.086		0.055	0.075
	Cb-neg		0.027	0.061	0.029		0.051	0.041	0.017	
0.75	Ca-neg		0.069		0.076	0.085	0.088		0.061	0.078
	Cb-neg		0.022	0.056	0.024		0.044	0.036	0.014	
0.7	Ca-neg		0.074		0.081	0.086	0.091		0.068	0.081
	Cb-neg		0.017	0.050	0.019		0.038	0.029	0.011	
0.65	Ca-neg		0.077		0.085	0.087	0.093		0.074	0.083
	Cb-neg		0.014	0.043	0.015		0.031	0.024	0.008	
0.6	Ca-neg		0.081		0.089	0.088	0.095		0.080	0.085
	Cb-neg		0.010	0.035	0.011		0.024	0.018	0.006	
0.55	Ca-neg		0.084		0.092	0.089	0.096		0.085	0.086
	Cb-neg		0.007	0.028	0.008		0.019	0.014	0.005	
0.5	Ca-neg		0.086		0.094	0.090	0.097		0.089	0.088
	Cb-neg		0.006	0.022	0.006		0.014	0.010	0.003	










$$C_{aneg} := 0.055$$

$$C_{bneg} := 0.045$$

$$M_{negA} := C_{aneg} \cdot Q_u \cdot A^2 \cdot 1 \quad m = 0.447 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{negB} := C_{bneg} \cdot Q_u \cdot B^2 \cdot 1 \quad m = 0.423 \text{ tonnef} \cdot m$$

COEFICIENTES DE MOMENTO POSITIVO PARA CARGA VIVA (marcelopardo.com)

m=la/lb		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
										
1	Ca-II	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	Cb-II	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	Ca-II	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	Cb-II	0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.9	Ca-II	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	Cb-II	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	Ca-II	0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	Cb-II	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.8	Ca-II	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	Cb-II	0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	Ca-II	0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	Cb-II	0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.7	Ca-II	0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	Cb-II	0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	Ca-II	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	Cb-II	0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.6	Ca-II	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	Cb-II	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	Ca-II	0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	Cb-II	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.5	Ca-II	0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	Cb-II	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004










$$C_{aposV} := 0.035$$

$$C_{bposV} := 0.029$$

$$M_{posAV} := C_{aposV} \cdot Q_v \cdot A^2 \cdot 1 \quad m = 0.039 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{posBV} := C_{bposV} \cdot Q_v \cdot B^2 \cdot 1 \quad m = 0.038 \text{ tonnef} \cdot m$$

COEFICIENTES DE MOMENTO POSITIVO PARA CARGA MUERTA (marcelopardo.com)

m=la/lb		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
										
1	Ca-dl	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	Cb-dl	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	Ca-dl	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	Cb-dl	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.9	Ca-dl	0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	Cb-dl	0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	Ca-dl	0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	Cb-dl	0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.8	Ca-dl	0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	Cb-dl	0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	Ca-dl	0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	Cb-dl	0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.7	Ca-dl	0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	Cb-dl	0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	Ca-dl	0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	Cb-dl	0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.6	Ca-dl	0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	Cb-dl	0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	Ca-dl	0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	Cb-dl	0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.5	Ca-dl	0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	Cb-dl	0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

$$C_{aposM} := 0.030$$

$$C_{bposM} := 0.024$$

$$M_{posAM} := C_{aposM} \cdot Q_m \cdot A^2 \cdot 1 \quad m = 0.158 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{posBM} := C_{bposM} \cdot Q_m \cdot B^2 \cdot 1 \quad m = 0.146 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{posA} := 1.2 \cdot M_{posAM} + 1.6 \cdot M_{posAV} = 0.253 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{posB} := 1.2 \cdot M_{posBM} + 1.6 \cdot M_{posBV} = 0.236 \text{ tonnef} \cdot m$$

Acero en lado más corto (A)

$$k = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{f_y} \quad A_s = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot k \cdot d \cdot f_y}} \right)$$

$$f'c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad d := 15 \text{ cm}$$

$$b := 1 \text{ m} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\Phi := 0.9$$

Acero negativo

$$k := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} = 72.857 \text{ cm}^2 \quad A_s := k \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{negA}}{\Phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right) = 0.793 \text{ cm}^2$$

$$\Phi_{varilla} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{varilla} := \pi \cdot \frac{\Phi_{varilla}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

1 $\Phi 12mm$

Acero positivo

$$A_{s_{posi}} := k \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{posA}}{\Phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right) = 0.447 \text{ cm}^2$$

1 $\Phi 12mm$

Acero en lado más largo (B)

Acero negativo

$$A_{s_{nega}} := k \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{negB}}{\Phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right) = 0.749 \text{ cm}^2$$

1 $\Phi 12mm$

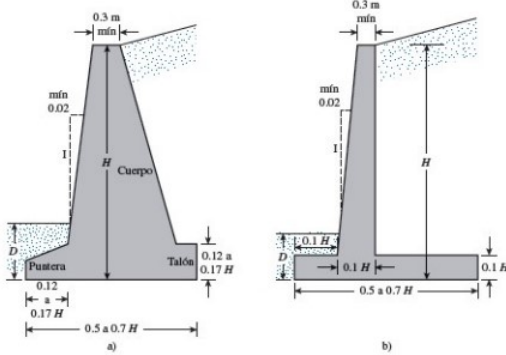
Acero positivo

$$A_{s_{posB}} := k \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{posB}}{\Phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right) = 0.417 \text{ cm}^2$$

1 $\Phi 12mm$

Diseño de Muro de Contención

Dimensionamiento



Se elegirá muro en voladizo

$$H := 4 \text{ m}$$

$$b_{top} := 35 \text{ cm}$$

$$b_{bot} := 3.15 \text{ m}$$

$$h_{talón} := 0.1 \cdot H = 40 \text{ cm}$$

$$D := 1 \text{ m}$$

$$b_{puntera} := 0.1 \cdot H = 40 \text{ cm}$$

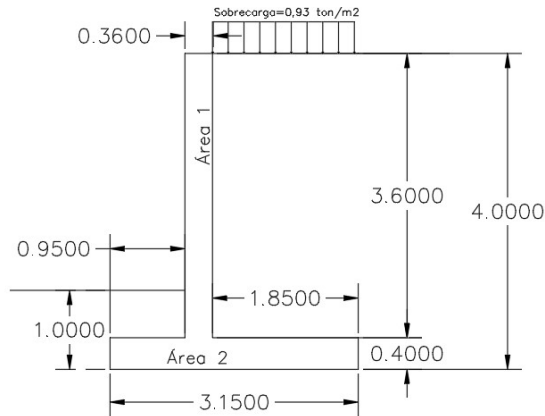
$$h_{pantalla} := 3.6 \text{ m}$$

$$f'c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$b_2 := 1.85 \text{ m}$$

$$b_4 := 95 \text{ cm}$$

$$b_3 := 2.2 \text{ m}$$



Datos suelo de Relleno

$$\delta_{relleno} := 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

No se encuentra presencia de Nivel Freático

$$C := 0 \text{ kPa}$$

$$\phi_{relleno} := 32^\circ$$

Revisión por Volteo

$$FS_{volteo} = \frac{\sum M_R}{\sum M_0}$$

Mr: Momentos de las fuerzas que resisten el volteo.

Mo: Momentos de las fuerzas que vuelcan al muro.

Condición de Rankine (el muro se aleja del relleno)

$$\beta := 0^\circ$$

$$K_a := \cos(\beta) \cdot \frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi_{relleno})^2}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi_{relleno})^2}} = 0.307$$

$$P_a := \frac{\delta_{relleno} \cdot H^2 \cdot K_a \cdot \cos(\beta)}{2} = 46.703 \frac{kN}{m}$$

$$P_a = \frac{\gamma H^2 K_a \cos \beta}{2}$$

$P_u := 10 \text{ tonnef}$ Demanda de columna más crítica

$r := 22.5 \text{ cm}$ Brazo de momento desde la punta del muro

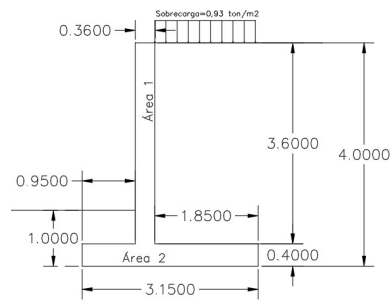
$$M_{Pu} := P_u \cdot r \cdot \frac{1}{m} = 22.065 \frac{kN \cdot m}{m}$$

$$M_0 := P_a \cdot \left(\frac{H}{3}\right) + M_{Pu} = 84.336 \frac{kN \cdot m}{m}$$

Momentos Resistentes

$q_s := 0.93 \frac{\text{tonnef}}{m^2}$ Sobrecarga

$h_s := \frac{q_s}{\delta_{relleno}} = 0.48 \text{ m}$ Altura equivalente de la sobrecarga



Sección	Área (m2)	Peso por Longitud Unitaria del Muro (kN/m)	Brazo de momento	Momento con respecto a C (kN*m/m)
1	1,26	29,6478	1,125	33,353775
2	1,26	29,6478	1,575	46,695285
3	6,66	119,88	2,225	266,733
4	0,888	15,984	2,225	35,5644
	Fv	195,1596	Mr	382,34646

Cuadro de momentos producidos por el muro y por el relleno.

$$Mr := 382.35 \frac{kN \cdot m}{m} = 38.989 \frac{1}{m} \cdot \text{tonnef} \cdot m$$

$$F_s := \frac{Mr}{M_0} = 4.534 \text{ Factor de Seguridad}$$

CONDICIÓN	CONSTRUCCIÓN	ESTÁTICO	SISMO	PSEUDO ESTÁTICO
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de:				
Momento Resistente/Momento Actuante	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≤ 1/6	≤ 1/6	Diseño	≤ 1/4
Capacidad Portante	Ver Tabla 6			

$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } F_s > 3 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\} = \text{"Cumple"}$

Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00

Tabla 5: Factores de seguridad indirectos mínimos

La sección cumple por volcamiento

Cálculo del Acero para cara trasera del muro

Momento último

$$Mu := 1.6 \cdot \left(\frac{Ka \cdot \delta_{relleno} \cdot h_{pantalla}^2}{2} \cdot \left(\frac{h_{pantalla}}{3} + h_s \right) \right) \cdot 1 \text{ m} = 101.687 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$b := 1 \text{ m}$$

$$d := \sqrt[2]{\frac{Mu}{0.145 \cdot f'c \cdot b_{top}}} = 29.178 \text{ cm}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$a := 2.004 \text{ cm}$$

$$\phi := 0.9$$

$$As := \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)} = 9.736 \text{ cm}^2$$

$$a_{real} := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 2.004 \text{ cm}$$

$$s := \frac{100 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - \Phi_{varilla}}{n_{elegido} - 1} = 23.6 \text{ cm}$$

$$\Phi_{varilla} := 16 \text{ mm}$$

$$A_{varilla} := \pi \cdot \frac{\Phi_{varilla}^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

$$n_{varillas} := \frac{As}{A_{varilla}} = 4.842 \quad \text{5 varillas}$$

$$n_{elegido} := 5$$

1 ϕ 16mm@20cm

Cálculo del Acero para cara posterior del muro

$$\rho_{min} := 0.0015$$

$$d = 0.292 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$As_{min} := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 4.377 \text{ cm}^2$$

$$\Phi_{varillaposterior} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{varillaposterior} := \pi \cdot \frac{\Phi_{varillaposterior}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$n_{\text{varillasposterior}} := \frac{A_{s_{\text{min}}}}{A_{\text{varillaposterior}}} = 3.87 \quad s_{\text{posterior}} := \frac{100 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - \Phi_{\text{varilla}}}{n_{\text{varillasposterior}} - 1} = 32.894 \text{ cm}$$

1 ϕ 12mm@30cm

Acero horizontal

$$\Phi_{\text{refuerzo}} := 12 \text{ mm}$$

$$\Phi_{\text{refuerzo2}} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{\text{refuerzo}} := \pi \cdot \frac{\Phi_{\text{refuerzo}}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{refuerzo2}} := \pi \cdot \frac{\Phi_{\text{refuerzo2}}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{minrefuerzo}} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \Phi_{\text{refuerzo}} \leq \frac{5}{8} \text{ in} \\ \quad \left\| 0.002 \right. \\ \quad \text{else} \\ \quad \left\| 0.0025 \right. \end{array} \right\| = 0.002$$

$$A_{st} := \rho_{\text{minrefuerzo}} \cdot b \cdot d = 5.836 \text{ cm}^2$$

Cara Exterior Ashe = 2/3 Ast

$$A_{she} := \frac{2}{3} \cdot A_{st} = 3.89 \text{ cm}^2$$

$$n_{\text{varillasre}} := \frac{A_{she}}{A_{\text{refuerzo}}} = 3.44$$

$$n_{\text{varillasCE}} := 4$$

$$s_{CE} := \frac{100 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - \Phi_{\text{refuerzo}}}{n_{\text{varillasCE}} - 1} = 31.6 \text{ cm}$$

$$s_{CE\text{elegida}} := 30 \text{ cm}$$

1 ϕ 12mm@30cm

Acero en zapata

Sección	Área (m2)	Peso por Longitud Unitaria del Muro (kN/m)	Brazo de momento	Momento con respecto a C (kN*m/m)
1	1,26	29,6478	1,125	33,353775
2	1,42	33,4126	1,575	52,624845
3	6,66	119,88	2,225	266,733
4	0,888	15,984	2,225	35,5644
	Fv	198,9244	Mr	388,27602

$$\Sigma F_v := 198.9244 \text{ kN}$$

Cara Interior Ashi = 1/3 Ast

$$A_{shi} := \frac{1}{3} \cdot A_{st} = 1.945 \text{ cm}^2$$

$$n_{\text{varillasri}} := \frac{A_{shi}}{A_{\text{refuerzo2}}} = 2.477$$

$$n_{\text{varillasCI}} := 3$$

$$s_{CI} := \frac{100 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - \Phi_{\text{refuerzo2}}}{n_{\text{varillasCI}} - 1} = 47.5 \text{ cm}$$

$$s_{CIElegida} := 45 \text{ cm}$$

1 ϕ 10mm@45cm

$$Ea_{sc} := Ka \cdot \delta_{relleno} \cdot h_s \cdot H \cdot 1 \text{ m} = 1.143 \text{ tonnef} \quad \text{Empuje activo por sobrecarga}$$

$$Ea := Pa \cdot 1 \text{ m} = 4.762 \text{ tonnef}$$

Caso	Fuerza (Ton)	Brazo (m)	Momento (Ton-m)
Eas/c	1,143	2	2,286
Ea	4,762	1,333	6,349
		Mh	8,635

$$\Sigma M_h := 8.635 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\Sigma M_v := Mr \cdot 1 \text{ m} = 38.989 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$x := \frac{\Sigma M_v - \Sigma M_h}{\Sigma F_v} = 1.496 \text{ m}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{bot}}{3} \leq x \leq \frac{2 \cdot b_{bot}}{3} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$e := \frac{b_{bot}}{2} - x = 7.86 \text{ cm} \quad \text{Excentricidad}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } e \leq \frac{b_{bot}}{6} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Cálculo de Presión Actuante

$$L := 1 \text{ m}$$

$$q_{min} := \frac{\Sigma F_v}{b_{bot} \cdot L} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{b_{bot}} \right) = 5.475 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$q_{max} := \frac{\Sigma F_v}{b_{bot} \cdot L} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{b_{bot}} \right) = 7.404 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$q_{med} := q_{max} - q_{min} = 1.928 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$q_1 := \frac{q_{med} \cdot b_2}{b_{bot}} + q_{min} = 6.608 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$q_2 := \frac{q_{med} \cdot b_3}{b_{bot}} + q_{min} = 6.822 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Fuerzas en la punta

$$F_{1punta} := q_1 \cdot b_4 \cdot 1 \text{ m} = 6.278 \text{ tonnef}$$

$$r_{punta1} := \frac{b_4}{2} = 47.5 \text{ cm}$$

$$F_{2punta} := \frac{q_{max} - q_2}{2} \cdot b_4 \cdot 1 \text{ m} = 0.276 \text{ tonnef}$$

$$r_{punta2} := \frac{b_4}{3} = 0.317 \text{ m}$$

$$M_{punta} := 3.07 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{punta} := F_{1punta} + F_{2punta} = 6.554 \text{ tonnef}$$

Fuerzas en la punta			
Fuerza	Peso	Brazo de momento (m)	Momento (Ton-m)
F1	6,28	0,475	2,983
F2	0,276	0,317	0,0875
Mmax			3,0705

Fuerzas en el talón

$$W_{sobrecarga} := h_s \cdot \delta_{relleno} \cdot b_2 \cdot 1 \text{ m} = 1.721 \text{ tonnef}$$

$$W_{empuje} := h_{pantalla} \cdot b_2 \cdot \delta_{relleno} \cdot 1 \text{ m} = 12.903 \text{ tonnef}$$

$$A_{talon} := 1.85 \text{ m} \cdot 0.4 \text{ m} = 0.74 \text{ m}^2$$

$$q_3 := \frac{W_{sobrecarga} + W_{empuje}}{A_{talon}} = 19.762 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Fuerza sobre el talón

$$F_{1talon} := q_3 \cdot b_2 \cdot 1 \text{ m} = 36.56 \text{ tonnef}$$

$$r_{1talon} := \frac{b_2}{2} = 0.925 \text{ m}$$

$$F_{2talon} := q_{min} \cdot b_2 \cdot 1 \text{ m} = 10.13 \text{ tonnef}$$

$$r_{2talon} := \frac{b_2}{2} = 0.925 \text{ m}$$

$$F_{3talon} := \frac{q_1 - q_{min}}{2} \cdot b_2 \cdot 1 \text{ m} = 1.048 \text{ tonnef}$$

$$r_{3talon} := \frac{b_2}{3} = 0.617 \text{ m}$$

$$M_{maxTalon} := 7.346 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Fuerzas en el talón			
Fuerza	Peso (Ton)	Brazo de momento (m)	Momento (Ton-m)
F1	36,56	0,475	-17,366
F2	10,13	0,925	9,3703
F3	1,048	0,62	0,6498
Mmax			-7,3460

Cálculo de Acero en la punta

$$M_{punta} = 3.07 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{upunta} := 1.6 \cdot M_{punta} = 4.912 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$rec_{zapata} := 7.5 \text{ cm}$$

$$\phi_{zapata} := 14 \text{ mm}$$

$$A_{szapata} := \frac{\pi \cdot \phi_{zapata}^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$d_{zapata} := h_{talon} - rec_{zapata} - \phi_{zapata} = 31.1 \text{ cm}$$

$$a_{zapata} := 0.872 \text{ cm}$$

$$As_{punta} := \frac{M_{upunta}}{\phi \cdot fy \cdot \left(d_{zapata} - \frac{a_{zapata}}{2} \right)} = 4.238 \text{ cm}^2$$

$$a_{zapatareal} := \frac{As_{punta} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 0.872 \text{ cm}$$

$$n_{varpunta} := \frac{As_{punta}}{As_{zapata}} = 2.753$$

$$n_{colopunta} := 3$$

$$s_{punta} := \frac{100 \text{ cm} - 2 \cdot rec_{zapata} - \phi_{zapata}}{n_{colopunta} - 1} = 41.8 \text{ cm}$$

1 ϕ 14mm@40cm

Verificación de Cortante

$$Vu_{punta} := 1.7 \cdot V_{punta} = 11.141 \text{ tonnef}$$

$$V_c := 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b \cdot d_{zapata} = 25.535 \text{ tonnef}$$

$$\Phi_{cortante} := 0.75$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } Vu_{punta} \leq \Phi_{cortante} \cdot V_c \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Si Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Si Cumple"}$$

Acero en el Talón

$$M_{maxTalon} = 7.346 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Mu_{talon} := 1.7 \cdot M_{maxTalon} = 12.488 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$a_{talon} := 2.27 \text{ cm}$$

$$As_{talon} := \frac{Mu_{talon}}{\phi \cdot fy \cdot \left(d_{zapata} - \frac{a_{talon}}{2} \right)} = 11.025 \text{ cm}^2$$

$$a_{talonreal} := \frac{As_{talon} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 2.27 \text{ cm}$$

$$\Phi_{talon} := 16 \text{ mm}$$

$$A_{s_{vtalon}} := \frac{\pi \cdot \Phi_{talon}^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

$$n_{varillastalon} := \frac{A_{stalon}}{A_{s_{vtalon}}} = 5.484$$

$$var_{talon} := 6$$

$$s_{talon} := \frac{100 \text{ cm} - 2 \cdot rec_{zapata} - \Phi_{talon}}{var_{talon} - 1} = 16.68 \text{ cm}$$

1 ϕ 16mm@15cm

Acero transversal en punta y talón

$$\rho_{minst} := 0.0018$$

$$A_{stzapata} := \rho_{minst} \cdot b \cdot h_{talon} = 7.2 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{st} := 14 \text{ mm}$$

$$A_{vst} := \pi \cdot \frac{\phi_{st}^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$n_{st} := \frac{A_{stzapata}}{A_{vst}} = 4.677$$

$$n_{stelegido} := 5$$

$$s_{st} := \frac{100 \text{ cm} - 2 \cdot rec_{zapata} - \phi_{st}}{n_{st} - 1} = 22.735 \text{ cm}$$

1 ϕ 14mm@20cm en punta y talón

Revisión por deslizamiento

DESCRIPCIÓN		Peso unitario (Saturado/ seco)	Angulo de fricción (°)	Cohesión (kPa)
Tipo	Material			
Sin cohesión	Arena suelta, tamaño de grano uniforme	19/14	28-34	
	Arena densa, tamaño de grano uniforme	22/17	32-40	
	Arena suelta, diferentes tamaños de grano	20/16	34-40	
	Arena densa, diferentes tamaños de grano	21/18	38-46	
	grava, tamaño de grano uniforme	22/20	34-37	
	Arena y grava, mezcla de tamaños	19/17	48-45	
	Roca fracturada o volada: Basalto	22/17	40-50	
	Roca fracturada o volada: Granito	20/17	45-50	
	Roca fracturada o volada: Limolita	19/16	35-40	
	Roca fracturada o volada: Arenisca	17/13	35-45	
	roca fracturada o volada: Lulitas	20/16	30-35	

Arenisca

$$\Phi_{roca} := 35^\circ$$

$$\gamma_{roca} := 15 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$c_2 := 0 \text{ kPa}$$

$$FS_{deslizamiento} = \frac{(\sum V) \tan \delta' + Bc'_a + P_p}{P_a \cos \beta}$$

$$\sum F_R = \left(\sum V \right) \tan \delta' + Bc'_a + P_p$$

$$\sum F_v = 198.924 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \delta' &= k_1 \Phi'_2 & k_1 &:= \frac{2}{3} & \delta' &:= k_1 \cdot \Phi_{roca} = 23.333^\circ \\ c'_a &= k_2 c'_2 & k_2 &:= \frac{2}{3} & c'_a &:= k_2 \cdot c_2 = 0 \text{ kPa} \\ \frac{1}{3} &< k_1 < \frac{2}{3} & & & & \\ \frac{1}{3} &< k_2 < \frac{2}{3} & & & & \\ Kp &:= \tan\left(45^\circ + \frac{\Phi_{roca}}{2}\right) = 1.921 \end{aligned}$$

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma_2 D^2 + 2c'_2 \sqrt{k_p D}$$

$$P_p := \frac{1}{2} \cdot Kp \cdot \gamma_{roca} \cdot D^2 + 2 \cdot c'_a \cdot \sqrt{Kp} \cdot D = 1.469 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$F_{resistente} := \Sigma F_v \cdot \tan(\delta') + b_{bot} \cdot c'_a \cdot 1 \text{ m} + P_p \cdot 1 \text{ m} = 10.219 \text{ tonnef}$$

$$F_{deslizante} := Pa \cdot 1 \text{ m} = 4.762 \text{ tonnef}$$

$$Fs_{deslizamiento} := \frac{F_{resistente}}{F_{deslizante}} = 2.146$$

CONDICIÓN	CONSTRUCCIÓN	ESTÁTICO	SISMO	PSEUDO ESTÁTICO
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de:				
Momento Resistente/Momento Actuante	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≤ 1/6	≤ 1/6	Diseño	≤ 1/4
Capacidad Portante	Ver Tabla 6			
Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00

Tabla 5: Factores de seguridad indirectos mínimos

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } Fs_{deslizamiento} \leq 1.6 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"Cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Diseño de Elementos

Viga Nave Industrial

Demandas por ETABS

V30x40

$$h := 40 \text{ cm}$$

$$b := 30 \text{ cm}$$

$$d := h - 6 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$$

$$Ag := b \cdot h = (1.2 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$$

$$ln := 4 \text{ m}$$

$$h_{columna} := 35 \text{ cm}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f'c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Mu := 6.71 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Comprobación de Altura

$$d_{demanda} := \sqrt[2]{\frac{Mu}{0.145 \cdot b \cdot f'c}} = 25.352 \text{ cm}$$

$$h_{demanda} := d_{demanda} + 6 \text{ cm} = 31.352 \text{ cm}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } h < h_{demanda} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Redimensionar”} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Ok”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Ok”}$$

Redimensionar: Viga20x35

Comprobación de Dimensiones

Comprobación: Luz libre

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } ln < 4 \cdot d \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación: Base mínima

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b > \min(0.3 \cdot h, 250 \text{ mm}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No cumple”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

Comprobación 4: Proyección del ancho

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } b < h_{columna} + \min(2 \cdot h_{columna}, 1.5 \cdot h_{columna}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$As_{min} := \frac{14 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b \cdot d}{fy} = 3.4 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := 0.025 \cdot b \cdot h = 30 \text{ cm}^2$$

Tabla de Acero Colocado

$$k = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} \quad As = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right)$$

$$k := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{fy} = 49.543 \text{ cm}^2$$

$$As_{demanda} := k \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{0.9 \cdot k \cdot d \cdot fy}} \right) = 5.53 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{longitudinal} := 16 \text{ mm}$$

$$As_{colocado} := 3 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{longitudinal}^2}{4} = 6.032 \text{ cm}^2$$

$$\rho := \frac{As_{colocado}}{Ag} = 0.005$$

Debido a que la demanda es menor en la parte de abajo de la viga se colocarán 2 varillas únicamente

Longitudes de Anclaje, Desarrollo y Empalme

Longitud de Desarrollo

$$ld := \frac{fy}{1.4 \cdot \sqrt{f'c} \cdot MPa} \cdot \phi_{longitudinal} = 97.028 \text{ cm}$$

Longitud de Anclaje

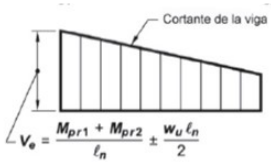
$$l_{ext} := 12 \cdot \phi_{longitudinal} = 19.2 \text{ cm}$$

$$ldh := \frac{f_y}{5.4 \sqrt{f'_c \cdot MPa}} \cdot \phi_{longitudinal} = 25.155 \text{ cm}$$

Longitud de Empalme

$$l_{empalme} := 1.3 \cdot ld = 1.261 \text{ m}$$

Diseño por Cortante



$$a = \frac{A_s \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad M_{pr} = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$A_{s_{colocado}} = 6.032 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 5.174 \text{ cm}$$

$$a_2 := \frac{A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 5.174 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 9.948 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pr2} := A_{s_{colocado}} \cdot 1.25 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) = 9.948 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{probable} := \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = 4.974 \text{ tonnef}$$

$$V_{gr} := 3.09 \text{ tonnef}$$

$$V_u := V_{probable} + V_{gr} = 8.064 \text{ tonnef} \quad V_c := \begin{cases} \text{if } V_{probable} > 0.5 \cdot V_u \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 0 \text{ tonnef} \\ \text{else} \\ 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \end{array} \right\| \\ \end{cases} = 0 \text{ tonnef}$$

$$V_s := \left(\frac{V_u}{0.75}\right) - V_c = 10.752 \text{ tonnef}$$

$$\phi_{estribo} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{estribo} := \pi \cdot \frac{\phi_{estribo}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$A_v := 2 \cdot A_{estribo} = 1.571 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ Ramales}$$

$$S_{demanda} := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 20.863 \text{ cm} \quad \text{Por Demanda}$$

$$S_{normativa} := \min\left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \phi_{longitudinal}, 200 \text{ mm}\right) = 8.5 \text{ cm}$$

$$S_{escogido} := \min(S_{demanda}, S_{normativa}) = 8.5 \text{ cm} \quad \text{Zona 2h}$$

E10mm@8.5- Zona 2h

$$S_{centro} := 2 \cdot S_{escogido} = 17 \text{ cm}$$

E10mm@15cm - Zona Central

Armado de columnetas y viguetas

Debido a que solo se utilizan para darle rigidez a la mampostería se colocará el acero mínimo

Viguetas 15x20

$$h_{viguetas} := 20 \text{ cm} \quad f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$b_{viguetas} := 15 \text{ cm} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$d_{viguetas} := h_{viguetas} - 6 \text{ cm} = 0.14 \text{ m}$$

$$A_{smin} := 14 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \frac{b_{viguetas} \cdot d_{viguetas}}{f_y} = 0.7 \text{ cm}^2$$

$$\Phi_{viguetas} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{sviguetas} := \pi \cdot \frac{\Phi_{viguetas}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

Inicio	Centro	Fin
2D12	2D12	2D12
2D12	2D12	2D12

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } A_{sviguetas} > A_{smin} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"No Cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Acero transversal

$$s_{min} := 20 \text{ cm}$$

E8cm@20cm

Columnetas

Columnetas 15x20

Cuantía entre 1% y 3%

$$h_{columneta} := 20 \text{ cm}$$

$$b_{columneta} := 15 \text{ cm}$$

$$A_g := h_{columneta} \cdot b_{columneta} = 300 \text{ cm}^2$$

$$\Phi_{columnetas} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{s_{columnetas}} := \pi \cdot \frac{\Phi_{viguetas}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{colocado}} := 4 \cdot A_{s_{columnetas}} = 4.524 \text{ cm}^2$$

$$\rho := \frac{A_{s_{colocado}}}{A_g} = 0.015 \quad \text{Cumple}$$

Acero transversal

$s_{mincolu} := 15 \text{ cm}$

E8mm@15cm



Job Number		Sheet
Job Title		
Client		
Calcs by	Checked by	Date

Base Plate Design - SANS 10162 - 2005

Material Strength Properties

fcu : 25 MPa
Bolt Grade : A325
Bolt fy : 630 MPa
Bolt fu : 825 MPa
fy Baseplate : 355 MPa
fu Baseplate : 355 MPa
fy Column : 355 MPa
fu Column : 355 MPa
tu Weld : 500 MPa

Column Section

C1 PFC 200x75

Base Plate Design Data:

Plate Shape : Rectangular
Height : 415 mm
Breadth : 415 mm
Thickness : 30 mm

Weld Properties

Size : 10 mm Fillet Weld

Bolt Properties

Diameter : 16 mm
Anchor Length : 150 mm
 Compression not allowed in bolts

Bolt End Plate Properties

End Type : Square Plate
Dimension : 50 x 50 mm
Thickness : 10 mm

Bolt Resistance Forces

Bolt Net Cross Section

25.2.2.1

$$\begin{aligned}
 A_n &= \frac{\pi}{4} \cdot (d - 0.938 \cdot P)^2 \\
 &= \frac{\pi}{4} \times (16 - 0.938 \times 2)^2 \\
 &= 156.677 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tension Resistance

25.2.2.1



Your details here

Job Number		Sheet
Job Title		
Client		
Calcs by	Checked by	Date

$$T_r = \frac{\phi_b \cdot A_n \cdot f_u}{1000}$$

$$= \frac{.67 \times 156.68 \times 825}{1000}$$

$$= 86.605 \text{ kN}$$

Tension Resistance Concrete

25.2.2.2
SANS 10100-1
4.11.6.2
6.2.4.4.3 (b)

$$T_{rc} = \frac{0.28 \cdot \sqrt{f_{cu}} \cdot \pi \cdot d \cdot l_b + 0.6 \cdot f_{cu} \cdot (A_{\text{AnchorArea}} - B_{\text{BoltArea}})}{1000}$$

$$= \frac{0.28 \times \sqrt{25} \times \pi \times 16 \times 150 + 0.6 \times 25 \times (2500 - 201.06)}{1000}$$

$$= 45.040 \text{ kN}$$

Shear Resistance

25.2.3.3

$$V_r = \frac{0.6 \cdot \phi_b \cdot 0.7 \cdot A_n \cdot f_u}{1000}$$

$$= \frac{0.6 \times .67 \times 0.7 \times 156.68 \times 825}{1000}$$

$$= 36.374 \text{ kN}$$

Compression Resistance

13.3.1

$$C_r = \frac{0.9 \cdot A_n \cdot f_u}{1000}$$

$$= \frac{0.9 \times 156.68 \times 528}{1000}$$

$$= 74.454 \text{ kN}$$

Find Effective Compression Area

Calculate Z_{pl}

$$\begin{aligned}Z_{pl} &= \frac{b \cdot t_p^2}{4} \\ &= \frac{1 \times 30^2}{4} \\ &= 225.000 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

Moment Resistance

13.5 (a)

$$\begin{aligned}M_r &= \frac{\phi \cdot Z_{pl} \cdot f_y}{1000} \\ &= \frac{.9 \times 225 \times 355}{1000} \\ &= 71.888 \text{ Nm}\end{aligned}$$

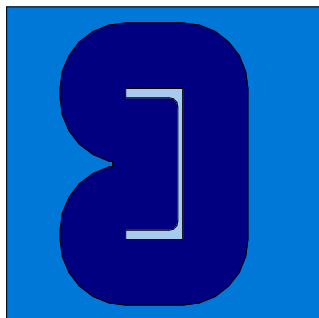
Moment Ultimate equation

$$M_u = (c \cdot b) \cdot (c/2) \cdot f_{cu}$$

Through substitution cMax can be calculated

Effective Distance from Edge of Section

$$\begin{aligned}c_{Max} &= \sqrt{\frac{Z_{pl} \cdot 2 \cdot 0.9 \cdot \frac{f_y}{1.15}}{b \cdot \frac{f_{cu}}{1.5}}} \\ &= \sqrt{\frac{225 \times 2 \times 0.9 \times \frac{355}{1.15}}{1 \times \frac{25}{1.5}}} \\ &= 86.610 \text{ mm}\end{aligned}$$





Your details here

Job Number		Sheet
Job Title		
Client		
Calcs by	Checked by	Date

Calculation Sheet for Load Case : 1

Factored loads

P : 123 kN
Mz : 90 kNm
Vx : 160 kN
Mx : 67 kNm
Vz : 80 kN
Torsion : 28.5 kNm

Find Equilibruim

The actual number of Grid Point used for calculation is 1074



Your details here

Job Number		Sheet
Job Title		
Client		
Calcs by	Checked by	Date

Moment balancing

Sum Of Moments around X-axis = 46.8 kNm
Sum Of Moments around Y-axis = 45.2 kNm

Axial Force balancing

Sum Of Forces in Y-direction = 161.0 kN

The Shear Resistance in the Bolts Resists the Following Forces:

Forces in X-direction
Moments around Y-axis
Forces in Z-direction

Calculating Factors of Safety in Concrete

$$\begin{aligned}
 FOS &= \frac{StrainMax}{Strain} \\
 &= \frac{.0035}{.00195559} \\
 &= 1.790
 \end{aligned}$$

Calculating Factors of Safety in Critical Bolt

Tension in Bolts

Critical Bolt Tension



Your details here	Job Number		Sheet
	Job Title		
	Client		
	Calcs by	Checked by	Date

$$F_{OS} = \frac{T_r}{Tension}$$

$$= \frac{86.603}{73.87}$$

$$= 1.172$$

Critical Bolt Pull-Out

$$F_{OS} = \frac{T_{rc}}{Tension}$$

$$= \frac{45.04}{73.87}$$

$$= 0.6097$$

Bolt Fails in Pull-Out

Shear in Bolts

Critical Bolt Shear

$$F_{OS} = \frac{V_r}{Shear}$$

$$= \frac{36.373}{73.907}$$

$$= 0.4921$$

Bolt Fails in Shear

Shear and Tension combined in Bolts

The factor should be less than 1.4 for bolts in shear and tension

The bolt number 4 has the critical shear and tension combination

The tension in the bolt is: 73.87 kN

The shear in the bolt is: 73.91 kN

Tension and Shear Resistance combination

13.12.1.4
25.2.4

$$Combinedfactor = \frac{Shear}{V_r} + \frac{Tension}{T_r}$$

$$= \frac{73.907}{36.373} + \frac{73.87}{86.603}$$

$$= 2.885$$

2.885 > 1.4

Bolt Fails in Shear and Tension



Job Number		Sheet
Job Title		
Client		
Calcs by	Checked by	Date

Your details here

Converted to Factor of Safety relevant to 1

$$\begin{aligned}
 F_{OS} &= \frac{1.4}{f_{actor}} \\
 &= \frac{1.4}{2.8849} \\
 &= 0.4853
 \end{aligned}$$

Bolt BasePlate interaction

$$\begin{aligned}
 F_{OS} &= \frac{Resistance}{Force} \\
 &= \frac{149.44}{73.87} \\
 &= 2.023
 \end{aligned}$$

Welds

Since unit values are used for the length and size of the weld, the capacity of this layout is given in kN/mm

The capacity, Vr is the lesser of Vr1 and Vr2:
Resistance of parent material

13.13.2.2 (a)

$$\begin{aligned}
 V_{r1} &= \frac{0.67 \cdot \phi_w \cdot 0.707 \cdot Size \cdot f_u}{1000} \\
 &= \frac{0.67 \times 0.67 \times 0.707 \times 10 \times 355}{1000} \\
 &= 1.127 \text{ kN/mm}
 \end{aligned}$$

The angle of the axis of the weld conservatively taken as 0°
Resistance of weld material

13.13.2.2 (b)

$$\begin{aligned}
 V_{r2} &= \frac{0.67 \cdot \phi_w \cdot 0.707 \cdot Size \cdot x_{II} \cdot [1 + 0.5 \cdot \sin(\theta)^{1.5}]}{1000} \\
 &= \frac{0.67 \times 0.67 \times 0.707 \times 10 \times 500 \times [1 + 0.5 \times \sin(0)^{1.5}]}{1000} \\
 &= 1.587 \text{ kN/mm}
 \end{aligned}$$

Capacity of 10mm weld is 1.127kN/mm



Job Number		Sheet
Job Title		
Client		
Calcs by	Checked by	Date

Your details here

$$FOS = \frac{Resistance}{Force}$$
$$= \frac{1.1267}{6.8416}$$
$$= 0.1647$$

Diseño de los plintos aislados para nave industrial

Debemos tener la capacidad admisible del suelo sin relleno vs con mejoramiento.

Si se respeta el recubrimiento no se coloca el Replanteo, de esta manera se economiza

1. Predimensionar

Datos

$$\sigma_{adm} := 612 \text{ kPa} = 0.612 \text{ MPa}$$

$$f'_c := 21 \text{ MPa}$$

$$e := 0.55 \text{ m}$$

$$f := 0.35 \text{ m}$$

$$d := 0.25 \text{ m}$$

$$rec := 7.5 \text{ cm}$$

Cargas

$$D_p := 23.21 \text{ tonnef} \quad L_p := 2.25 \text{ tonnef} \quad Env_p := 2.14 \text{ tonnef}$$

Momentos en x

$$D_{Mx} := 0.013 \text{ (tonnef} \cdot \text{m)} \quad L_{Mx} := 0.00048 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad Env_{Mx} := 0.46 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momentos en y

$$D_{My} := 3.63 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad L_{My} := 2.06 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad Env_{My} := 12.84 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Combinaciones de servicio

$$Comb1 := D_p + L_p$$

$$Comb2 := D_p + L_p + Env_p$$

$$Comb3 := 1.2 \cdot D_p + 1.6 \cdot L_p$$

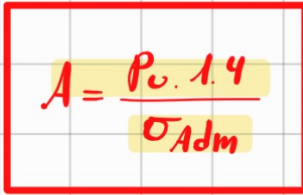
$$Comb4 := 1.2 \cdot D_p + L_p + Env_p$$

$$Comb5 := D_{Mx} + L_{Mx}$$

$$Comb6 := D_{Mx} + L_{Mx} + Env_{Mx}$$

$$Comb7 := 1.2 \cdot D_{Mx} + 1.6 \cdot L_{Mx}$$

$$Comb8 := 1.2 \cdot D_{Mx} + L_{Mx} + Env_{Mx}$$



A handwritten formula for the required area A is shown in a red-bordered box. The formula is $A = \frac{P_o \cdot 1.4}{\sigma_{Adm}}$. The terms $P_o \cdot 1.4$ and σ_{Adm} are highlighted in yellow.

$$\text{Comb9} := D_{My} + L_{My}$$

$$\text{Comb10} := D_{My} + L_{My} + \text{Env}_{My}$$

$$\text{Comb11} := 1.2 \cdot D_{My} + 1.6 \cdot L_{My}$$

$$\text{Comb12} := 1.2 \cdot D_{My} + L_{My} + \text{Env}_{My}$$

$$A := \text{Comb3} \cdot \frac{1.4}{\sigma_{adm}}$$

$$A = \frac{P \cdot 1.4}{\sigma_{Adm}}$$

$$B := \sqrt[2]{A} \quad \text{Zapata cuadrada}$$

$$B = 0.84 \text{ m}$$

$$B := 1.5 \text{ m}$$

$$L := 1.5 \text{ m}$$

2. Comprobar los esfuerzos demandantes

Combinaciones de Servicio

$$\sigma_{D+L} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{D+L+S} \leq \frac{4}{3} \cdot \sigma_{adm}$$

* los códigos permiten aumentar la capacidad resistente cuando se tiene sismo.

$$\sigma_{B1} = \frac{P}{B \cdot L} \pm \frac{M_y \cdot 6}{L \cdot B^2}$$

$$\sigma_{B2} = \frac{P}{B \cdot L} \mp \frac{M_y \cdot 6}{L \cdot B^2}$$

$$\sigma_{L1} = \frac{P}{B \cdot L} + \frac{M_x \cdot 6}{B \cdot L^2}$$

$$\sigma_{L2} = \frac{P}{B \cdot L} - \frac{M_x \cdot 6}{B \cdot L^2}$$

Este procedimiento se lo debe analizar para las 2 combinaciones de servicio (D+L) (D+L+S)

$$\sigma_{B1}, \sigma_{B2}, \sigma_{L1}, \sigma_{L2} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{B1}, \sigma_{B2}, \sigma_{L1}, \sigma_{L2} \leq \sigma_{adm} \cdot \frac{4}{3}$$

Parte frontal

D+L

D+L+S

$$\text{Esf}B1_{dt} := \frac{\text{Comb1}}{B \cdot L} - \frac{\text{Comb9} \cdot 6}{L \cdot B^2} = 0.012 \text{ MPa}$$

$$\text{Esf}B1_{dts} := \frac{\text{Comb2}}{B \cdot L} - \frac{\text{Comb10} \cdot 6}{L \cdot B^2} = -0.203 \text{ MPa}$$

$$\text{Esf}2B_{dt} := \frac{\text{Comb1}}{B \cdot L} + \frac{\text{Comb9} \cdot 6}{L \cdot B^2} = 0.21 \text{ MPa}$$

$$\text{Esf}2B_{dts} := \frac{\text{Comb2}}{B \cdot L} + \frac{\text{Comb10} \cdot 6}{L \cdot B^2} = 0.443 \text{ MPa}$$

Parte lateral

$$\text{Esf}L1_{dt} := \frac{\text{Comb1}}{B \cdot L} - \frac{\text{Comb5} \cdot 6}{B \cdot L^2} = 0.111 \text{ MPa}$$

$$\text{Esf}L1_{dts} := \frac{\text{Comb2}}{B \cdot L} - \frac{\text{Comb6} \cdot 6}{B \cdot L^2} = 0.112 \text{ MPa}$$

$$\text{Esf}L2_{dt} := \frac{\text{Comb1}}{B \cdot L} + \frac{\text{Comb5} \cdot 6}{B \cdot L^2} = 0.111 \text{ MPa}$$

$$\text{Esf}L2_{dts} := \frac{\text{Comb2}}{B \cdot L} + \frac{\text{Comb6} \cdot 6}{B \cdot L^2} = 0.129 \text{ MPa}$$

Deben ser menor al esfuerzo admisible si no cumple se redimensiona

Deben ser menor a 4/3 del esfuerzo admisible

3. Comprobar cortante unidireccional

Parte frontal

$$1.2 D + 1.6 L$$

$$1.2 D + L + S$$

$$EsfB1_{res_dl} := \frac{Comb3}{B \cdot L} - \frac{Comb11 \cdot 6}{L \cdot B^2}$$

$$EsfB1_{res_dls} := \frac{Comb4}{B \cdot L} - \frac{Comb12 \cdot 6}{L \cdot B^2} = -0.195 \text{ MPa}$$

$$Esf2B_{res_dl} := \frac{Comb3}{B \cdot L} + \frac{Comb11 \cdot 6}{L \cdot B^2}$$

$$EsfB2_{res_dls} := \frac{Comb4}{B \cdot L} + \frac{Comb12 \cdot 6}{L \cdot B^2}$$

Parte lateral

$$EsfL1_{res_dl} := \frac{Comb3}{B \cdot L} - \frac{Comb7 \cdot 6}{B \cdot L^2}$$

$$EsfL1_{res_dls} := \frac{Comb4}{B \cdot L} - \frac{Comb8 \cdot 6}{B \cdot L^2}$$

$$EsfL2_{res_dl} := \frac{Comb3}{B \cdot L} + \frac{Comb7 \cdot 6}{B \cdot L^2}$$

$$EsfL2_{res_dls} := \frac{Comb4}{B \cdot L} + \frac{Comb8 \cdot 6}{B \cdot L^2}$$

$$\sigma_{B1'} := EsfB1_{res_dl} + \frac{Esf2B_{res_dl} - EsfB1_{res_dl}}{B} \cdot \frac{B + e - d}{2} = 0.164 \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_{B2'} := EsfB1_{res_dls} + \frac{EsfB2_{res_dls} - EsfB1_{res_dls}}{B} \cdot \frac{B + e - d}{2} = 0.208 \text{ MPa}$$

$$U_u = \frac{\sigma_{B2} + \sigma_{B1'}}{2} \cdot \left(\frac{B - e}{2} - d \right) < \text{demanda}$$

$$V_u := \frac{\sigma_{B1'} + Esf2B_{res_dl}}{2} \cdot \left(\frac{B - e}{2} - d \right) \cdot L = 8.237 \text{ tonf}$$

$$V_u := \frac{\sigma_{B2'} + EsfB2_{res_dls}}{2} \cdot \left(\frac{B - e}{2} - d \right) \cdot L = 12.973 \text{ tonf}$$

Vista frontal

$$V_c := 0.17 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{1 \text{ MPa}}} \cdot 1 \text{ MPa} \cdot L \cdot d = 32.838 \text{ tonf}$$

$$\phi := \frac{3}{4} = 0.75$$

$$V_c \cdot \phi = 24.628 \text{ tonf}$$

$$U_c = 0.17 \sqrt{f'_c} \cdot \lambda_c \text{ (MPa, mm, N)} \text{ Resistencia}$$

$$\phi U_c \geq U_u \quad \phi = 3/4$$

$$\phi V_c > V_u$$

Si - cumple

Parte lateral

$$EsfL1_{res_dl} := \frac{Comb3}{B \cdot L} - \frac{Comb7 \cdot 6}{B \cdot L^2}$$

$$EsfL1_{res_dls} := \frac{Comb4}{B \cdot L} - \frac{Comb8 \cdot 6}{B \cdot L^2}$$

$$EsfL2_{res_dl} := \frac{Comb3}{B \cdot L} + \frac{Comb7 \cdot 6}{B \cdot L^2}$$

$$EsfL2_{res_dls} := \frac{Comb4}{B \cdot L} + \frac{Comb8 \cdot 6}{B \cdot L^2}$$

$$\sigma_{L1'} := EsfL1_{res_dl} + \frac{EsfL2_{res_dl} - EsfL1_{res_dl}}{L} \cdot \frac{L+f-d}{2}$$

$$\sigma_{L1'} = \sigma_{L1} + \frac{\sigma_{L2} - \sigma_{L1}}{L} \cdot \frac{L+f-d}{2}$$

$$\sigma_{L2'} := EsfL1_{res_dls} + \frac{EsfL2_{res_dls} - EsfL1_{res_dls}}{L} \cdot \frac{L+f-d}{2}$$

$$Vu := \frac{\sigma_{L1'} + EsfL2_{res_dl}}{2} \cdot \left(\frac{L-f}{2} - d \right) \cdot B = 7.52 \text{ tonf}$$

$$U_v = \frac{\sigma_{L1} + \sigma_{L2}}{2} \cdot \left(\frac{L-f}{2} - d \right) \cdot B \text{ demanda}$$

$$U_c = 0.11 \sqrt{f_c} A_c (MPa, mm, N) \text{ Resistencia}$$

$$Vu := \frac{\sigma_{L2'} + EsfL2_{res_dls}}{2} \cdot \left(\frac{L-f}{2} - d \right) \cdot B = 7.943 \text{ tonf}$$

$$\phi := \frac{3}{4}$$

$$\phi V_c := \frac{3}{4} \cdot 0.17 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{1 \text{ MPa}}} \cdot 1 \text{ MPa} \cdot d \cdot B = 24.628 \text{ tonf}$$

$\phi V_c > Vu$

Si - cumple

$$U_v = P_v - \frac{\sigma_{B1} + \sigma_{B2}}{2} \cdot (e+d) \cdot (f+d)$$

$$A_b = (e+d) \cdot x_2 + (f+d) \cdot x_2 \cdot d$$

Sección que resiste al punzonamiento

$$U_c = 0.33 \cdot \sqrt{f_c} \cdot A_b$$

Corte bidireccional (punzonamiento)

$$Vu(B_{dl}) := Comb3 - \frac{EsfB1_{res_dl} + EsfB2_{res_dl}}{2} \cdot (e+d) \cdot (f+d) = 27.274 \text{ tonf}$$

$$Vu(B_{dls}) := Comb3 - \frac{EsfB1_{res_dls} + EsfB2_{res_dls}}{2} \cdot (e+d) \cdot (f+d) = 27.088 \text{ tonf}$$

$$U_v = P_v - \frac{\sigma_{L1} + \sigma_{L2}}{2} \cdot (e+d) \cdot (f+d)$$

$$Vu(L_{dl}) := Comb3 - \frac{EsfL1_{res_dl} + EsfL2_{res_dl}}{2} \cdot (e+d) \cdot (f+d) = 27.274 \text{ tonf}$$

$$Vu(L_{dls}) := Comb3 - \frac{EsfL1_{res_dls} + EsfL2_{res_dls}}{2} \cdot (e+d) \cdot (f+d) = 27.088 \text{ tonf}$$

$$Ab := d \cdot ((e+d) \cdot 2 + (f+d) \cdot 2) \quad Ab = 0.7 \text{ m}^2$$

$$Vc := 0.33 \cdot \sqrt{\frac{f'c}{1 \text{ MPa}}} \cdot 1 \text{ MPa} \cdot Ab$$

$$\phi := \frac{3}{4} \quad \text{Factor de minoración}$$

$$\phi \cdot Vc = 89.241 \text{ tonf}$$

Punzonamiento

Si cumple

COMPROBACIÓN_Nota: $\phi \cdot Vc \geq Vu$ (los 4 Vu obtenidos) para que pueda cumplir si no cumple se aumenta d

Diseño de flexión (por las demandas de resistencia)

Para la combinación

1.2 D + 1.6 L

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

FRONTAL

$$yB := EsfB1_{res_dl} + \frac{Esf2B_{res_dl} + EsfB1_{res_dl}}{B} \cdot \left(\frac{B-e}{2} + e \right)$$

$$M_{up} = \frac{\sigma'_B + \sigma_{B2}}{2} \cdot \frac{B-e}{2} \cdot L \cdot \frac{(\sigma'_B + 2\sigma_{B2}) \cdot \frac{B-e}{2}}{(\sigma'_B + \sigma_{B2}) \cdot 3 \cdot \frac{B-e}{2}}$$

$$R = \frac{\sigma'_B + \sigma_{B2}}{2} \cdot \frac{B-e}{2} \cdot L$$

$$R := \frac{yB + Esf2B_{res_dl}}{2} \cdot \frac{B-e}{2} \cdot L$$

$$x' := \frac{yB + 2 \cdot Esf2B_{res_dl}}{(yB + Esf2B_{res_dl}) \cdot 3} \cdot \frac{B-e}{2}$$

$$x' = \frac{(\sigma'_B + 2\sigma_{B2}) \cdot \frac{B-e}{2}}{(\sigma'_B + \sigma_{B2}) \cdot 3 \cdot \frac{B-e}{2}}$$

$$M_{up_dl} := R \cdot x'$$

Para la combinación

1.2 D + L + S

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

FRONTAL

$$yB := EsfB1_{res_dlS} + \frac{EsfB2_{res_dlS} + EsfB1_{res_dlS}}{B} \cdot \left(\frac{B-e}{2} + e \right)$$

$$M_{up} = \frac{\sigma'_B + \sigma_{B2}}{2} \cdot \frac{B-e}{2} \cdot L \cdot \frac{(\sigma'_B + 2\sigma_{B2}) \cdot \frac{B-e}{2}}{(\sigma'_B + \sigma_{B2}) \cdot 3 \cdot \frac{B-e}{2}}$$

$$R = \frac{\sigma_{B'} + \sigma_{B_2}}{2} \cdot \frac{B-e}{2} \cdot L$$

$$x' = \frac{(\sigma_{B'} + 2\sigma_{B_2})}{(\sigma_{B'} + \sigma_{B_2}) \cdot 3} \cdot \frac{B-e}{2}$$

$$R := \frac{yB + EsfB2_{res_dls}}{2} \cdot \frac{B-e}{2} \cdot L$$

$$x' := \frac{yB + 2 \cdot EsfB2_{res_dls}}{(yB + EsfB2_{res_dls}) \cdot 3} \cdot \frac{B-e}{2}$$

$$M_{up_dls} := R \cdot x'$$

Los cortantes si dependen de d (esfuerzos B y L)

$$A_s = \frac{30 \cdot M_u}{f} \text{ (fórmula reducida)}$$

d debe estar en centímetros
y Mu en tonnef*m

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

$$As_{mindl} := 30 \frac{\text{cm}^3}{\text{tonnef}} \frac{M_{up_dl}}{d} \cdot \frac{1}{m} = 5.052 \text{ cm}^2$$

$$As_{mindls} := 30 \frac{\text{cm}^3}{\text{tonnef}} \frac{M_{up_dls}}{d} \cdot \frac{1}{m} = 6.553 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} := \max(As_{mindl}, As_{mindls}) = 6.553 \text{ cm}^2$$

Ahora debemos obtener el número de varillas

$$\phi_{varillas} := 12 \text{ mm}$$

$$\#varillas_{forntaldl} := 4 \cdot \frac{As_{mindl}}{\phi_{varillas}^2 \cdot \pi} = 4.467$$

escogemos - el - mayor - #varillas

$$\#varillas_{forntaldls} := 4 \cdot \frac{As_{mindls}}{\phi_{varillas}^2 \cdot \pi} = 5.794$$

$$\#varillas_{forntaldls} := 6$$

$$6 \phi_{12}$$

Para la combinación

$$1.2 D + 1.6 L$$

$$\sigma'_L = \sigma_{L1} + \frac{\sigma_{L2} - \sigma_{L1}}{L} \cdot \left(\frac{L-f}{2} + f \right)$$

$$yL := EsfL1_{res_dl} + \frac{EsfL2_{res_dl} + EsfL1_{res_dl}}{L} \cdot \left(\frac{L-f}{2} + f \right)$$

LATERAL

$$M_{up} = \frac{\sigma'_L + \sigma_{L2}}{2} \cdot \frac{L-f}{2} \cdot B \cdot \frac{(\sigma'_L + 2\sigma_{L2})}{(\sigma'_L + \sigma_{L2}) \cdot 3} \cdot \frac{L-f}{2}$$

$$R = \frac{\sigma'_1 + \sigma_{L2}}{2} \cdot \frac{L-f}{2} \cdot B$$

$$x' = \frac{(\sigma'_1 + 2\sigma_{L2}) \cdot \frac{L-f}{2}}{(\sigma'_1 + \sigma_{L2}) \cdot 3}$$

$$R := \frac{yL + EsfL2_{res_dl}}{2} \cdot \frac{L-f}{2} \cdot B$$

$$x' := \frac{yL + 2 \cdot EsfL2_{res_dl}}{(yL + EsfL2_{res_dl}) \cdot 3} \cdot \frac{L-f}{2}$$

$$MupL_dl := R \cdot x'$$

Para la combinación

1.2 D+L+S

lateral

$$yL := EsfL1_{res_dls} + \frac{EsfL2_{res_dls} + EsfL1_{res_dls}}{L} \cdot \left(\frac{L-f}{2} + f \right)$$

$$R := \frac{yL + EsfL2_{res_dls}}{2} \cdot \frac{L-f}{2} \cdot B$$

$$x' := \frac{yL + 2 \cdot EsfL2_{res_dls}}{(yB + EsfL2_{res_dls}) \cdot 3} \cdot \frac{L-f}{2}$$

$$MupLdls := R \cdot x'$$

Los cortantes si dependen de d (esfuerzos B y L)

$$A_s = \frac{30 \cdot M_u}{d} \text{ (fórmula reducida)}$$

$$Asmindl := 30 \frac{\text{cm}^3}{\text{tonnef}} \frac{MupL_dl}{d} \cdot \frac{1}{m} = 5.872 \text{ cm}^2 \quad Asmindls := 30 \frac{\text{cm}^3}{\text{tonnef}} \frac{Mup_dls}{d} \cdot \frac{1}{m} = 6.553 \text{ cm}^2$$

COMPROBACIÓN

$$Asmax := \max(Asmindl, Asmindls) = 6.553 \text{ cm}^2$$

Ahora debemos obtener el número de varillas

$$= \frac{4 \cdot A_R}{\phi^2 \cdot \pi}$$

$$\phi_{varillas} := 12 \text{ mm}$$

$$\#varillas_lateraldl := 4 \cdot \frac{Asmindl}{\phi_{varillas}^2 \cdot \pi} = 5.192$$

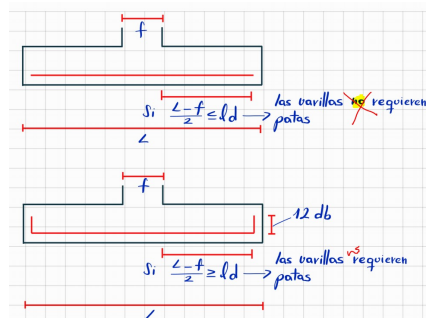
$$\#varillas_lateraldls := 4 \cdot \frac{Asmindls}{\phi_{varillas}^2 \cdot \pi} = 5.794$$

$$\#varillas_lateraldls := 6$$

$$6 \Phi 12$$

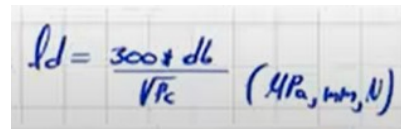
$$ld := 300 \cdot \frac{\phi_{varillas}}{\sqrt[2]{\frac{f'c}{1 \text{ MPa}}}}$$

$$ld = 78.558 \text{ cm}$$



COMPROBACIÓN Si l_d es mayor a $l-f/2$ se requiere patas y esa longitud de patas será igual a 12ϕ

$$\frac{L-f}{2} = 575 \text{ mm} \quad \text{Si - necesita - patas}$$



Handwritten formula: $l_d = \frac{300 + d_6}{\sqrt{f_c}} \quad (4\phi, \text{mm}, U)$

$$long_patas := 12 \cdot \phi_{varillas}$$

$$long_patas = 14.4 \text{ cm}$$

6. Revisión por aplastamiento

$$A1 := e \cdot f = 0.193 \text{ m}^2 \quad \text{Área de la columna}$$

$$A2 := B \cdot L = 2.25 \text{ m}^2 \quad \text{Área del plinto}$$

$$\sqrt{\frac{A2}{A1}} = 3.419$$

COMPROBACIÓN RAIZ ENTRE $A2/A1$ DEBE SER MAYOR A 1 PARA Q CUMPLA

NOTACIÓN

A_1 :	Área de la placa base
A_2 :	Área máxima de la superficie de concreto soportante que es geoméricamente similar y concéntrica a la superficie cargada
A_w :	Área efectiva de la soldadura
A_2/A_1 :	Relación entre el área del soporte de concreto y el área de la placa base
B :	Ancho de diseño de la placa base
b_{eff} :	Ancho efectivo del bloque de compresión
B_{eff} :	Ancho efectivo de control
c :	Distancia al grupo de soldadura
D :	Número de dieciseisavos de pulgada en el tamaño de soldadura
f_a :	Esfuerzo axial en la soldadura
f_b :	Fuerza de flexión en la soldadura
f_c :	Esfuerzo a compresión del concreto
f :	Esfuerzo combinado en soldadura
F_{EXX} :	Número de clasificación del electrodo
$f_{p,max}$:	Máximo esfuerzo uniforme de aplastamiento
f_v :	Fuerza de corte vertical en la soldadura
F_w :	Resistencia nominal del metal de soldadura por unidad de área
F_y :	Mínimo esfuerzo especificado de fluencia
I :	Inercia del grupo de soldadura

L :	Distancia entre un anclaje y la sección de columna
L :	Longitud de la soldadura
L_{shear} :	Longitud de la soldadura sometida a corte
LoadAngleFactor :	Factor de ángulo de carga
M :	Momento requerido
m :	Interface de aplastamiento paralela a la dirección de momento
M_{pl} :	Flexión en la placa por unidad de ancho
$M_{pl,m}$:	Flexión por unidad de ancho en la interfaz de aplastamiento para el cantiléver m
$M_{pl,n}$:	Flexión por unidad de ancho en la interfaz de aplastamiento para el cantiléver n
$M_{pl,t}$:	Flexión por unidad de ancho en la franja sin rigidizar para la interfaz de tensión
$M_{stf,c}$:	Momento máximo en la franja
Maximum weld load :	Máxima carga en la soldadura
N :	Longitud de diseño para la placa base
n :	Interface de aplastamiento perpendicular a la dirección de momento
N_{cs} :	Largo de la superficie de concreto o el pedestal paralelo a la dirección de momento de diseño
P :	Fuerza axial requerida
ϕ :	Factores de diseño
ϕM_r :	Resistencia permitida o de diseño por unidad de longitud
ϕR_n :	Capacidad de la soldadura de filete por unidad de longitud
T :	Resistencia requerida de tensión en el ancla
t_p :	Espesor de la placa
θ :	Ángulo de carga

V :	Carga de corte
w_{min} :	Mínimo tamaño de soldadura requerida
A_{Nc} :	Área proyectada de falla en un anclaje solo o en un grupo de anclajes, para el cálculo en tensión
A_{Ncc} :	Área proyectada de falla en un anclaje solo cuando no se encuentra limitada por la distancia al borde o el espaciamiento
A_{se} :	Área efectiva de la sección transversal del ancla
$A_{se,t}$:	Área efectiva de la sección transversal del anclaje en tracción
$A_{se,v}$:	Área efectiva de la sección transversal del anclaje en corte
A_{Vc} :	Área proyectada de falla en un anclaje solo o en un grupo de anclajes, para el cálculo en corte
A_{Vcc} :	Área proyectada de falla en un anclaje solo cuando no se encuentra limitada por la influencia de la esquina, del espaciamiento o del espesor del concreto
c_{a1} :	Distancia desde el centro del ancla hasta el borde del concreto
c_{a1Left} :	Distancia desde el centro del ancla hasta el borde izquierdo de la base de concreto
$c_{a1Right}$:	Distancia desde el centro del ancla hasta el borde derecho de la base de concreto
c_{a2} :	Distancia desde el centro del ancla hasta el borde del concreto en dirección perpendicular
c_{a2Bot} :	Distancia desde el centro del ancla hasta el borde inferior de la base de concreto
c_{a2Top} :	Distancia desde el centro del ancla hasta el borde superior de la base de concreto
$c_{a,min}$:	Mínima distancia medida desde el centro del fuste de un anclaje al borde del concreto
Cover :	Recubrimiento de concreto
CrackedConcrete :	Concreto agrietado en cargas de servicio
d_s :	Diámetro exterior de un anclaje o diámetro del fuste del perno con cabeza, del tornillo con cabeza o del perno con forma de gancho
e_p :	Distancia desde la superficie interna del fuste de un perno en forma de J o de L hasta la parte externa de la punta del perno en forma de J o L
e'_N :	Distancia entre la resultante de tracción en un grupo de anclajes cargados en tracción y el centroide del grupo de anclajes cargados en tracción
e'_V :	Distancia entre la carga resultante de cortante en un grupo de anclajes solicitados a cortante en la misma dirección y el centroide del grupo de anclajes cargados a cortante en la misma dirección
f_c :	Esfuerzo a compresión del concreto
f_{ub} :	Resistencia del acero del ancla en tensión
f_y :	Resistencia especificada a fluencia en el acero de anclaje
h_a :	Espesor de un elemento en el que se coloca un anclaje medido paralelamente al eje del anclaje
h_{ef} :	Profundidad efectiva de embudo del anclaje
HasGroutPad :	Tiene capa de lechada
HighSeismicDesignCategory :	Alta categoría de diseño sísmico (i.e. C, D, E o F)
IsCastInPlaceAnchor :	Es el ancla instalada en sitio
IsCloseToThreeEdges :	Ancla esta cerca de tres o más bordes
IsConcreteCastAgainstEarth :	Es concreto vaciado y permanentemente expuesto al suelo
IsHeadedBolt :	Es perno de anclaje
k_c :	Coficiente para la resistencia básica al arrancamiento del concreto
k_{cp} :	Coficiente para la resistencia al arrancamiento
l_c :	Longitud de apoyo de la carga de un anclaje para cortante
L_{Vc} :	Longitud proyectada de falla en un anclaje solo o en un grupo de anclajes, para el cálculo en corte
λ_a :	Factor de modificación para concreto ligero
n :	Número de anclajes en el grupo

N_c :	Resistencia básica al arrancamiento del concreto en tracción de un solo anclaje en concreto fisurado
N_{cb} :	Resistencia nominal al arrancamiento del concreto en tracción de un solo anclaje
N_{cbg} :	Resistencia nominal al arrancamiento del concreto en tracción de un grupo de anclajes
N_{ct} :	Resistencia a la extracción por deslizamiento por tracción de un solo anclaje en concreto fisurado
N_{ctd} :	Resistencia nominal a la extracción por deslizamiento de un anclaje en tracción

N_{pr} :	Resistencia nominal a la extracción por deslizamiento de un anclaje en tracción
n_1 :	Número de hilos por mm en un perno de anclaje
N_{us} :	Fuerza mayorada de tracción aplicada a un anclaje o grupo de anclajes
ϕ :	Factor de reducción de resistencia
ϕN_{ce} :	Resistencia al arrancamiento del concreto en tracción de un solo anclaje
ϕN_{cgc} :	Resistencia al arrancamiento del concreto en tracción de un grupo de anclajes
ϕN_r :	Resistencia a tracción
ϕN_{pr} :	Resistencia a la extracción por deslizamiento por tracción de un solo anclaje
ϕN_{sa} :	Resistencia de un solo anclaje o de un grupo de anclajes en tracción
ϕV_{cgc} :	Resistencia al arrancamiento del concreto por cortante de un grupo de anclajes
ϕV_{ce} :	Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo de un anclaje solo
ϕV_{cpc} :	Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo de un grupo de anclajes
ϕV_r :	Resistencia a corte
ϕV_{sa} :	Resistencia a cortante de un solo anclaje o de un grupo de anclajes determinada por la resistencia del acero
$\psi_{c,N}$:	Factor de modificación para la resistencia a tracción de anclajes con base en presencia o ausencia de fisuras en el concreto
$\psi_{c,pr}$:	Factor de modificación para la resistencia a extracción por deslizamiento con base en presencia o ausencia de fisuras en el concreto
$\psi_{c,pr,N}$:	Factor de modificación para la resistencia a tracción de anclajes postinstalados utilizados en concreto no fisurado y sin refuerzo suplementario
$\psi_{c,v}$:	Factor de modificación para resistencia a cortante de anclajes con base en la presencia o ausencia de fisuras en el concreto
$\psi_{oc,N}$:	Factor de modificación para la resistencia a tracción de anclajes con base en la excentricidad de cargas aplicadas
$\psi_{oc,Nx}$:	Factor de modificación para la resistencia a tracción de anclajes con base en la excentricidad en el eje x de cargas aplicadas
$\psi_{oc,Ny}$:	Factor de modificación para la resistencia a tracción de anclajes con base en la excentricidad en el eje y de cargas aplicadas
$\psi_{oc,v}$:	Factor de modificación para la resistencia a cortante de anclajes con base en la excentricidad de cargas aplicadas
$\psi_{ed,N}$:	Factor de modificación para la resistencia a tracción de anclajes con base en la proximidad a los bordes de los elementos de concreto
$\psi_{ed,v}$:	Factor de modificación para la resistencia a cortante de anclajes con base en la proximidad a los bordes de los elementos de concreto
$\psi_{h,v}$:	Factor de modificación para la resistencia a cortante de anclajes colocados en elementos de concreto
s_{min} :	Espaciamiento mínimo entre anclajes medido de centro a centro
TensionShearInteraction:	Resultado de la formula de interacción corte-tracción
V_c :	Resistencia básica al arrancamiento del concreto por cortante de un solo anclaje en concreto fisurado
V_{cgc} :	Resistencia nominal al arrancamiento del concreto por cortante de un grupo de anclajes
V_{ce} :	Resistencia nominal al desprendimiento por cabeceo de un anclaje por cortante
V_{cpc} :	Resistencia nominal al desprendimiento por cabeceo de un grupo de anclajes por cortante
V_{us} :	Fuerza cortante mayorada aplicada a un anclaje solo o a un grupo de anclajes
V_{usc} :	Fuerza factorada de corte aplicada a un anclaje o grupo de anclajes en la dirección del análisis
V_{usv} :	Fuerza factorada de corte aplicada a un anclaje o grupo de anclajes perpendicularmente a la dirección del eje de análisis

PLACA BASE

P_u

M_u

Nota: cuando el momento es pequeño, se podría asumir que se reparte de igual manera en toda la superficie de la placa base, mientras q cuando el momento es muy grande, este se concentra en mayor magnitud cerca de tu voladizo más cercano a la dirección en donde está ocurriendo

$$e = \frac{N}{2} - \frac{Y}{2}$$
 escentricidad máxima (crítica)

$$Y_{min} = \frac{P_u}{q_{max}}$$
 la longitud de soporte mínima, va a desarrollar la presión más grande

$$e = \frac{N}{2} - \frac{Y}{2}$$
 asumimos esta excetricidad ya q para momentos pequeños no debería ser mayor a la crítica

$$Y = N - 2 e$$

$$f_p = \frac{P_u}{B \cdot Y}$$
 Presión en la placa base

$$q = f_p \cdot B$$
 carga distribuida a lo largo de N

$$f_p = \frac{P_r}{B \cdot (N - 2 e)}$$

CONDICIONES

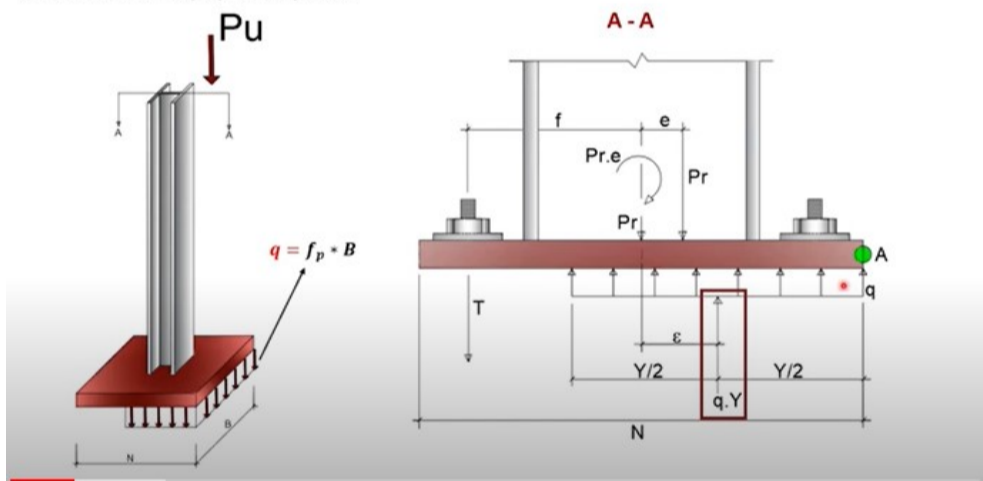
m_1 distancia de voladizo en dirección N

n distancia de voladizo en dirección B

DISEÑO DE PLACA BASE A CARGA AXIAL Y MOMENTO PEQUEÑO.

www.ingenierodelacero.com

Vamos a hacer unas pequeñas hipótesis



$$f_p = \frac{P_r}{B \cdot Y} = \frac{P_r}{B \cdot (N - 2e)}$$

Donde:

$$Y \geq m \quad M_{pl} = (F_p \cdot m) \cdot \frac{m}{2} = F_p \cdot \left(\frac{m^2}{2}\right)$$


$$Y < m \quad M_{pl} = F_{pmax} \cdot Y \cdot \left(m - \frac{Y}{2}\right)$$

$$M_{pl} = F_y \cdot \frac{t_p^2}{4}$$

Igualando y despejando tp:

$$Y \geq m \quad t_p = 1,5 \cdot m \cdot \sqrt{\frac{f_p}{F_y}}$$

$$Y < m \quad t_p = 2,11 \cdot \sqrt{\frac{f_{pmax} \cdot Y \cdot \left(m - \frac{Y}{2}\right)}{F_y}}$$

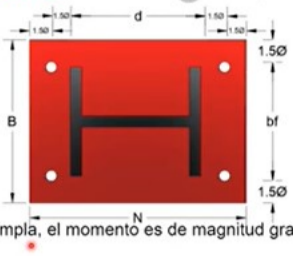
DISEÑO DE PLACA BASE A CARGA AXIAL Y MOMENTO PEQUEÑO.  www.ingenierodelacero.com

Procedimiento de diseño

Paso 1: Determinar la carga axial P_u y el momento último M_u .

Paso 2: Proponer las dimensiones B y N .

Paso 3: Determinar la excentricidad e y la excentricidad crítica e_c .

$$e = \frac{M_u}{P_u} \quad e_c = \frac{N}{2} - \frac{P_r}{2q_{m\acute{a}x}}$$


Paso 4: Comprobar que $e \leq e_{crit}$ en caso contrario que no se cumpla, el momento es de magnitud grande.

Paso 5: Calcular la longitud de soporte Y . $Y = N - 2e$

Paso 6: Verificar la presión de soporte $q \leq q_{m\acute{a}x}$. $q = \frac{P_u}{Y}$ $q_{m\acute{a}x} = f_{pm\acute{a}x} * B$ $f_{m\acute{a}x} = \phi * 0,85 * F'_c * \sqrt{A_2/A_1}$


Paso 7: Calcular espesor requerido de placa

$$Y \geq m \quad t_p = 1,5 * m \sqrt{\frac{f_p}{F_y}} \quad Y < m \quad t_p = 2,11 \sqrt{\frac{f_{pm\acute{a}x} * Y * (m - \frac{Y}{2})}{F_y}}$$

A_2 área de soporte de concreto

A_1 área de placa base

PRIMERO QUE TODO, PARA DEFINIR EL PROCESO DE ANÁLISIS, VERIFICAR QUE LA EXCENTRICIDAD CRÍTICA SEA MAYOR O MENOR QUE LA EXCENTRICIDAD DADA, DE TAL FORMA SE DICE SI EL PROCESO DE ANÁLISIS ES PARA MOMENTOS PEQUEÑOS O PARA MOMENTOS GRANDES

DISEÑO DE PLACA BASE A CARGA AXIAL Y MOMENTO GRANDE.  www.ingenierodelacero.com

Por equilibrio de fuerzas:

$$T = (q_{m\acute{a}x} * Y) - P_u$$

$T =$ Tensión en los pernos

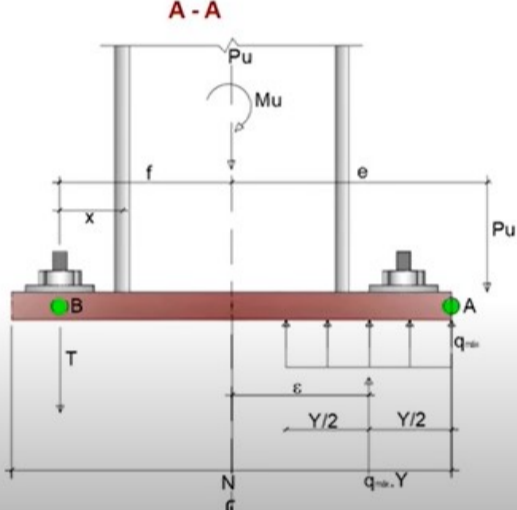
$P_u =$ Carga axial

$$q_{m\acute{a}x} = f_{pm\acute{a}x} * B \quad Y = ?$$


Haciendo sumatoria de momento en el punto B:

$$(q_{m\acute{a}x} * Y) * (f + \frac{N}{2} - \frac{Y}{2}) - P_u * (e + f) = 0$$

$$Y * (f + \frac{N}{2} - \frac{Y}{2}) = \frac{P_u * (e + f)}{q_{m\acute{a}x}}$$

$$Y = (f + \frac{N}{2}) - \sqrt{(f + \frac{N}{2})^2 - \frac{2 * P_u * (e + f)}{q_{m\acute{a}x}}}$$


ESTADOS LÍMITES

DISEÑO DE PLACA BASE A CARGA AXIAL Y MOMENTO GRANDE.  www.ingenierodelacero.com

Resistencia a los estados límites.

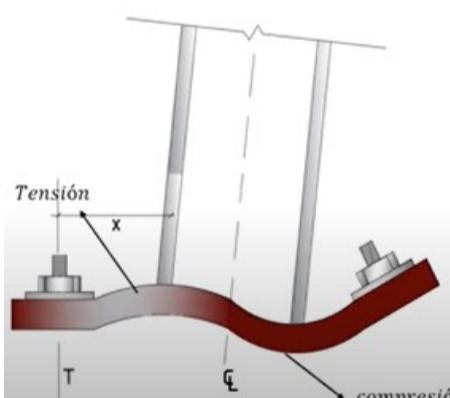
- Fluencia en la interfase de compresión.


$$Y \geq m \quad t_p = 1,5 * m \sqrt{\frac{f_{pm\acute{a}x}}{F_y}}$$

$$Y < m \quad t_p = 2,11 \sqrt{\frac{f_{pm\acute{a}x} * Y * (m - \frac{Y}{2})}{F_y}}$$

- Fluencia en la interfase de tensión.

$$M_{pl} = \frac{T_u * x}{B}$$

$$x = f - (\frac{d}{2} + \frac{t_f}{2}) \rightarrow t_p = 2,11 \sqrt{\frac{T_u * x}{B * F_y}}$$


DISEÑO DE PLACA BASE A CARGA AXIAL Y MOMENTO GRANDE.  www.ingenierodelacero.com

Procedimiento de diseño

Paso 1: Determinar la carga axial P_u y el momento último M_u .

Paso 2: Proponer las dimensiones B y N .

Paso 3: Determinar la excentricidad e y la excentricidad crítica e_c . $e = \frac{M_u}{P_u}$ $e_c = \frac{N}{2} - \frac{P_r}{2q_{m\acute{a}x}}$

Paso 4: Comprobar que $e > e_{crit}$ en caso contrario que no se cumpla, el momento es de magnitud pequeña.

Paso 5: Calcular la longitud de soporte Y . $Y = (f + \frac{N}{2}) - \sqrt{(f + \frac{N}{2})^2 - \frac{2 * P_u * (e + f)}{q_{m\acute{a}x}}}$

Paso 6: Se debe cumplir: $(f + \frac{N}{2})^2 > \frac{2 * P_u * (e + f)}{q_{m\acute{a}x}}$

Paso 6: Verificar la presión de soporte $q \leq q_{m\acute{a}x}$. $q = \frac{P_u}{Y}$ $q_{m\acute{a}x} = f_{pm\acute{a}x} * B$ $f_{m\acute{a}x} = \phi * 0,85 * F'_c * \sqrt{A_2/A_1}$

Paso 7: Calcular espesor requerido de placa

Interfase de tensión

$$t_p = 2,11 \sqrt{\frac{T_u * x}{B * F_y}}$$

Interfase de compresión

$$Y \geq m \quad t_p = 1,5 * m \sqrt{\frac{f_{pm\acute{a}x}}{F_y}} \quad Y < m \quad t_p = 2,11 \sqrt{\frac{f_{pm\acute{a}x} * Y * (m - \frac{Y}{2})}{F_y}}$$

INICIANDO

DATOS:

$$P_u := 0.09 \text{ tonnef} + 1.04 \text{ tonnef} = 1.13 \text{ tonnef}$$

$$M_u := 0.36 \text{ tonnef} \cdot m + 0.11 \text{ tonnef} \cdot m = 0.47 \text{ tonnef} \cdot m$$

PEDESTAL:

$$N_{cs} := 1.02 \text{ m} = 102.00 \text{ cm} \quad \text{longitud de pedestal asumido que es cuadrado}$$

$$f'_c := 21 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia a la compresión del concreto}$$

$$A_2 := N_{cs}^2 = 10404.00 \text{ cm}^2$$

1. PROPONER DIMENSIONES PLACA BASE

$$N := 90 \text{ cm} \quad \text{LONGITUD EN LADO DE ANALISIS DONDE OCURRE EL MOMENTO}$$

$$B := 30 \text{ cm}$$

$$F_y := 36 \text{ ksi}$$

2. DETERMINAR EXCENTRICIDAD CRÍTICA Y DADA

$$e := \frac{M_u}{P_u} = 41.59 \text{ cm} \quad \text{excentricidad dada}$$

$$\phi := 0.6$$

$$A_2 = 10404.00 \text{ cm}^2$$

$$A_1 := N \cdot B = 2700.00 \text{ cm}^2$$

$$A_2 := A_1$$

$$f_{max} := \phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{0.5} = 10.71 \text{ MPa} \quad \text{Máxima resistencia del pedestal de concreto}$$

$$q_{max} := f_{max} \cdot B = 3.28 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}}$$

$$Y_{min} := \frac{P_u}{q_{max}} = 0.34 \text{ cm} \quad \text{la longitud de soporte mínima, va a desarrollar la presión más grande}$$

$$\epsilon := \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2 q_{max}} = 44.83 \text{ cm} \quad \text{excentricidad máxima (crítica)}$$

if ($e \leq \epsilon$, "ANÁLISIS DE PLACA POR MOMENTO PEQUEÑO", "ANÁLISIS DE PLACA POR MOMENTO GRANDE") = "ANÁLISIS DE PLACA POR MOMENTO PEQUEÑO"

3. CALCULAR LONGITUD DE SOPORTE Y

$$f := 10 \text{ cm} \quad \text{distancia desde el centro de la columna hasta el centroide del perno o ancla en dirección del momento}$$

$$Y := \begin{cases} \text{if } e \leq \epsilon \\ \quad \left| \begin{array}{l} N - 2e \\ \text{if } e > \epsilon \\ \quad \left| \begin{array}{l} f + \frac{N}{2} - \left(\left(f + \frac{N}{2} \right)^2 - \frac{2 P_u \cdot (e + f)}{q_{max}} \right)^{0.5} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{cases} = 6.81 \text{ cm}$$

$$Y := N - e = 0.48 \text{ m}$$

4. VERIFICAR CONDICIÓN DE DISEÑO

$$a := \begin{cases} \text{if } e \leq \epsilon \\ \quad \text{"OK"} \\ \text{if } e > \epsilon \\ \quad \left| \begin{array}{l} \left(f + \frac{N}{2} \right)^2 > \left(\frac{2 P_u \cdot (e + f)}{q_{max}} \right) \end{array} \right. \end{cases} = \text{"OK"} \quad \text{Respuesta válida "OK" y "1"}$$

$$\left(f + \frac{N}{2} \right)^2 > \frac{2 \cdot P_u \cdot (e + f)}{q_{max}}$$

5. VERIFICAR PRESIÓN DE SOPORTE

$$q := \frac{P_u}{Y} = 0.02 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}}$$

DISEÑO DE PLACA BASE A CARGA AXIAL Y MOMENTO PEQUEÑO.

Procedimiento de diseño

Paso 1: Determinar la carga axial P_u y el momento último M_u .

Paso 2: Proponer las dimensiones B y N .

Paso 3: Determinar la excentricidad e y la excentricidad crítica ϵ .

$$e = \frac{M_u}{P_u} \quad \epsilon = \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2 q_{max}}$$

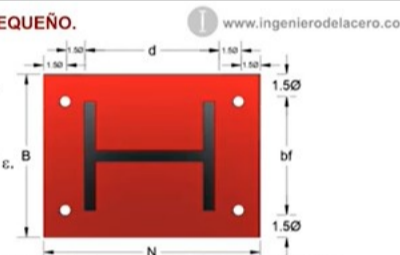
Paso 4: Comprobar que $e \leq \epsilon_{crit}$ en caso contrario que no se cumpla, el momento es de magnitud grande.

Paso 5: Calcular la longitud de soporte Y . $Y = N - 2e$

Paso 6: Verificar la presión de soporte $q \leq q_{max}$. $q = \frac{P_u}{Y}$ $q_{max} = f_{pmax} \cdot B$ $f_{pmax} = \phi \cdot 0.85 \cdot F'_c \cdot \sqrt{A_2/A_1}$

Paso 7: Calcular espesor requerido de placa

$$Y \geq m \quad t_p = 1.5 \cdot m \sqrt{\frac{f_p}{F_y}} \quad Y < m \quad t_p = 2.11 \sqrt{\frac{f_{pmax} \cdot Y \cdot \left(m - \frac{Y}{2} \right)}{F_y}}$$



$$q_{max} = 3.28 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}}$$

if ($q \leq q_{max}$, "OK", "Revisar pedestal y placa") = "OK"

6. MOMENTOS EN VOLADIZO

$$f_p := \begin{cases} \text{if } e \leq \epsilon \\ \left| \frac{P_u}{B \cdot (N - 2e)} \right| \\ \text{if } e > \epsilon \\ f_{max} \end{cases} = 0.54 \text{ Mpa}$$

$m_1 := 32 \text{ cm}$ voladizo paralelo en dirección del momento

$n := 3 \text{ cm}$ voladizo perpendicular en dirección al momento

$Y = 48.41 \text{ cm}$

$T_u := (q_{max} \cdot Y) - P_u = 157.47 \text{ tonnef}$ Tracción en anclas

$x := 8 \text{ cm}$ distancia desde el borde columna hasta el centroide del perno o ancla en dirección del momento

$$M_{pl} := \begin{cases} \text{if } e \leq \epsilon \\ \text{if } Y \geq m_1 \\ \left| f_p \cdot \frac{m_1^2}{2} \right| \\ \text{if } Y < m_1 \\ \left| f_{max} \cdot Y \cdot \left(m_1 - \frac{Y}{2} \right) \right| \\ \text{if } e > \epsilon \\ \left| \frac{T_u \cdot x}{B} \right| \end{cases} = 2.83 \text{ tonnef} \cdot \frac{m}{m}$$

6. CALCULAR ESPESOR DE PLACA REQUERIDO

$$t_{p_c} := \begin{cases} \text{if } e \leq \epsilon \\ \text{if } Y \geq m_1 \\ \left| 1.5 \cdot m_1 \cdot \left(\frac{f_p}{F_y} \right)^{0.5} \right| \\ \text{if } Y < m_1 \\ \left| 2.11 \cdot \left(\frac{f_{max} \cdot Y \cdot \left(m_1 - \frac{Y}{2} \right)}{F_y} \right)^{0.5} \right| \\ \text{if } e > \epsilon \\ \text{if } Y \geq m_1 \\ \left| 1.5 \cdot m_1 \cdot \left(\frac{f_p}{F_y} \right)^{0.5} \right| \\ \text{if } Y < m_1 \\ \left| 2.11 \cdot \left(\frac{f_{max} \cdot Y \cdot \left(m_1 - \frac{Y}{2} \right)}{F_y} \right)^{0.5} \right| \end{cases} = 22.43 \text{ mm}$$

$$t_{p_t} := \begin{cases} \text{if } e \leq \epsilon \\ t_{p_c} \\ \text{if } e > \epsilon \\ \left| 2.11 \cdot \left(\frac{T_u \cdot x}{B \cdot F_y} \right)^{0.5} \right| \end{cases} = 22.43 \text{ mm}$$

$$t_{p_{min}} := \max(t_{p_c}, t_{p_t}) = 22.43 \text{ mm}$$

$$N = 900.00 \text{ mm}$$

$$B = 300.00 \text{ mm}$$

DISEÑO DE PLACA BASE A CARGA AXIAL Y MOMENTO PEQUEÑO.

www.ingenierodelacero.com

Procedimiento de diseño

Paso 1: Determinar la carga axial P_u y el momento ultimo M_u .

Paso 2: Proponer las dimensiones B y N .

Paso 3: Determinar la excentricidad e y la excentricidad critica ϵ .

$$e = \frac{M_u}{P_u} \quad \epsilon = \frac{N}{2} - \frac{P_r}{2q_{max}}$$



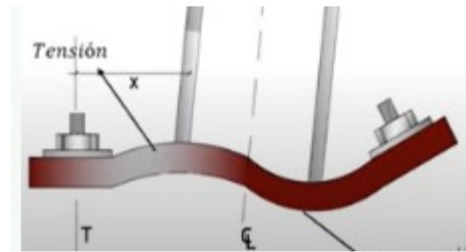
Paso 4: Comprobar que $e \leq \epsilon_{crit}$ en caso contrario que no se cumpla, el momento es de magnitud grande.

Paso 5: Calcular la longitud de soporte Y . $Y = N - 2e$

Paso 6: Verificar la presión de soporte $q \leq q_{max}$. $q = \frac{P_u}{Y}$ $q_{max} = f_{pmax} \cdot B$ $f_{max} = \phi \cdot 0.85 \cdot F'_c \cdot \sqrt{A_2/A_1}$

Paso 7: Calcular espesor requerido de placa

$$Y \geq m \quad t_p = 1.5 \cdot m \sqrt{\frac{f_p}{F_y}} \quad Y < m \quad t_p = 2.11 \sqrt{\frac{f_{pmax} \cdot Y \cdot \left(m - \frac{Y}{2} \right)}{F_y}}$$



$$f_p = \frac{P_r}{B \cdot Y} = \frac{P_r}{B \cdot (N - 2e)}$$

Donde:

$$Y \geq m \quad M_{pl} = (F_p \cdot m) \cdot \frac{m}{2} = F_p \cdot \left(\frac{m^2}{2} \right)$$

$$Y < m \quad M_{pl} = F_{pmax} \cdot Y \cdot \left(m - \frac{Y}{2} \right)$$

$$M_{pl} = F_y \cdot \frac{t_p^2}{4}$$

Igualando y despejando t_p :

$$Y \geq m \quad t_p = 1.5 \cdot m \sqrt{\frac{f_p}{F_y}}$$

$$Y < m \quad t_p = 2.11 \sqrt{\frac{f_{pmax} \cdot Y \cdot \left(m - \frac{Y}{2} \right)}{F_y}}$$

$$M_{pl} = \frac{T_u \cdot x}{B}$$

$$x = f - \left(\frac{d}{2} + \frac{t_f}{2} \right)$$

DISEÑO DE PLACA BASE A

Por equilibrio de fuerzas:

$$T = (q_{max} \cdot Y) - P_u$$

T = Tensión en los pernos

P_u = Carga axial

Igualando y despejando t_p :

$$Y \geq m \quad t_p = 1.5 \cdot m \sqrt{\frac{f_p}{F_y}}$$

$$Y < m \quad t_p = 2.11 \sqrt{\frac{f_{pmax} \cdot Y \cdot \left(m - \frac{Y}{2} \right)}{F_y}}$$

- Fluencia en la interfase de compresión.

$$Y \geq m \quad t_p = 1.5 \cdot m \sqrt{\frac{f_{pmax}}{F_y}}$$

$$Y < m \quad t_p = 2.11 \sqrt{\frac{f_{pmax} \cdot Y \cdot \left(m - \frac{Y}{2} \right)}{F_y}}$$

- Fluencia en la interfase de tensión.

$$M_{pl} = \frac{T_u \cdot x}{B}$$

$$x = f - \left(\frac{d}{2} + \frac{t_f}{2} \right) \rightarrow t_p = 2.11 \sqrt{\frac{T_u \cdot x}{B \cdot F_y}}$$

7. Verificación DCR

$t_p := 25 \text{ mm}$ Espesor de placa seleccionado
(debe ser mayor a t_{p_min})

$M_{pL} = 2.83 \text{ tonnef}$

$$\phi M_n := 0.9 \cdot F_y \cdot \frac{t_p^2}{4} = 3.56 \text{ tonnef} \cdot \frac{m}{m}$$

$$DCR := \frac{M_{pL}}{\phi M_n} = 0.80$$

if(DCR ≤ 1, "Satisfactory", "Not Satisfactory") = "Satisfactory"

7. Verificación DCR (en caso de tener condición vista en imagen adjunta) CASO 1

Resistencia debido a carga transversal fuera del plano
[STEEL CONSTRUCTION MANUAL SCM 15Ed - p9-16 - PAG 1047]

$V_u := 22 \text{ tonnef}$

$P_r := V_u$ $F_y := 50 \text{ ksi}$

$M_r := 0 \text{ tonnef} \cdot m$

$A_{s_c} := B \cdot N = 2700.00 \text{ cm}^2$

$S_c := 0.0001 \text{ cm}^3$

$$U_{HSS} := \text{abs} \left(\frac{P_r}{A_{s_c} \cdot F_y} \right) + \text{abs} \left(\frac{M_r}{S_c \cdot F_y} \right) = 0.00$$

$$Q_{f1} := (1 - U_{HSS}^2)^{0.5} = 1.00$$

$$Q_{f2} := 1 - 0.3 \cdot U_{HSS} \cdot (1 + U_{HSS}) = 1.00$$

$$Q_f := \min(Q_{f1}, Q_{f2}) = 1.00$$

$t_c := 20 \text{ mm}$ espesor del soporte, en este caso gusset

$k := 0 \cdot t_c = 0.00 \text{ mm}$

$T := 25 \text{ cm}$

$a := 11.5 \text{ cm}$

$L_{weld_def} := 25 \text{ cm}$

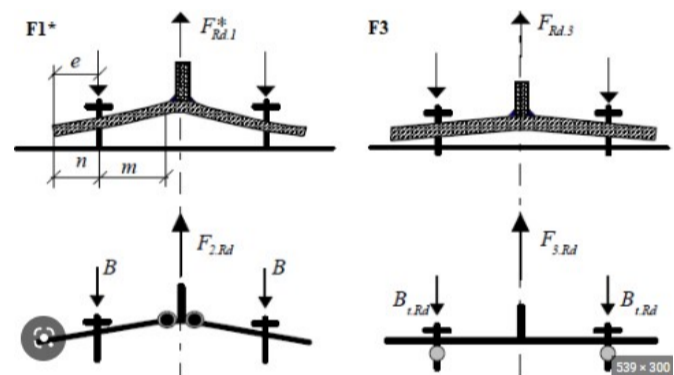
$Q_f = 1.00$

$b := 11.5 \text{ cm}$

$\phi := 1$

$$\phi R_n := \phi \cdot \left(\frac{t_c^2 \cdot F_y}{2} \right) \cdot \left(\frac{(a+b) \left(4 \cdot \sqrt{\frac{T \cdot a \cdot b}{a+b} + L_{weld_def}} \right)}{a \cdot b} \right) \cdot Q_f = 89.15 \text{ tonnef}$$

$0.5 \phi R_n = 44.57 \text{ tonnef}$



7. Verificación DCR (en caso de tener condición vista en imagen adjunta) CASO 1

Resistencia debido a carga transversal fuera del plano
[STEEL CONSTRUCTION MANUAL SCM 15Ed - p9-16 - PAG 1047]

$$U_{HSS} := \text{abs} \left(\frac{P_r}{A_{s_c} \cdot F_y} \right) + \text{abs} \left(\frac{M_r}{S_c \cdot F_y} \right) = 0.00$$

$$Q_{f1} := (1 - U_{HSS}^2)^{0.5} = 1.00$$

$$Q_{f2} := 1 - 0.3 \cdot U_{HSS} \cdot (1 + U_{HSS}) = 1.00$$

$$Q_f := \min(Q_{f1}, Q_{f2}) = 1.00$$

$t_c := 20 \text{ mm}$ espesor del soporte, en este caso gusset

$k := 0 \cdot t_c = 0.00 \text{ mm}$

$T := 30 \text{ cm}$

$a := 14 \text{ cm}$

$L_{weld_def} := 25 \text{ cm}$

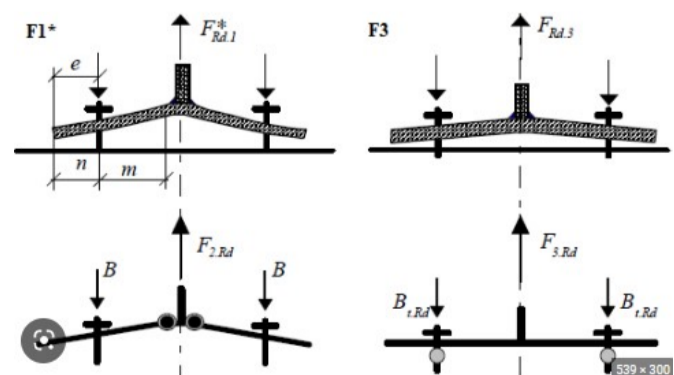
$Q_f = 1.00$

$b := 14 \text{ cm}$

$\phi := 1$

$$\phi R_n := \phi \cdot \left(\frac{t_c^2 \cdot F_y}{2} \right) \cdot \left(\frac{(a+b) \left(4 \cdot \sqrt{\frac{T \cdot a \cdot b}{a+b} + L_{weld_def}} \right)}{a \cdot b} \right) \cdot Q_f = 83.27 \text{ tonnef}$$

$0.5 \phi R_n = 41.64 \text{ tonnef}$



7. PANDEO PLACA Q RECIBE COLUMNA

Datos placa rectangular gusset

$$E := 29000 \text{ ksi} \quad F_y = 50.00 \text{ ksi}$$

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

$$t := 1 \text{ cm}$$

$$K := 1$$

$$L := 5 \text{ cm}$$

$$A_g := b \cdot t = 20.00 \text{ cm}^2$$

$$r := \frac{t}{(12)^{0.5}} = 2.89 \text{ mm}$$

$$\frac{K \cdot L}{r} = 17.32 \quad 4.71 \cdot \left(\frac{E}{F_y} \right)^{0.5} = 113.43$$

[AISC 360-16, Ecuación E3-1]

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r} \right)^2} = 67077.18 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad F_e = 67077.18 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{cr} := 0.658 \left(\frac{F_y}{F_e} \right) \cdot F_y = 3439.078 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad F_{cr} = 3439.078 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi_t := 0.9$$

$$\phi P_n := \phi_t \cdot F_{cr} \cdot A_g = 61.90 \text{ tonnef}$$

$$\phi P_n = 61.90 \text{ tonnef}$$

$$\phi M_n := 0.9 \cdot F_y \cdot \frac{t_p^2}{4} \cdot b = 0.99 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{area_pernos} := \pi \cdot \frac{1 \text{ (in)}^2}{4} = ? \text{ in}^2 \quad \frac{5}{8} = 0.63$$

$$F_n := 68000 \frac{\text{Lbf}}{\text{in}^2} \quad R_n := \text{area_pernos} \cdot F_n = ? \text{ Lbf}$$

$$\phi := 0.75$$

$$\phi \cdot R_n = ? \text{ Lbf}$$

$$V_u := 10 \text{ tonnef} = 22046.23 \text{ Lbf}$$

$$\frac{220}{10} = 22.00$$

$$n_{\text{tornillos}} := \frac{V_u}{\phi \cdot R_n} = ?$$

Viga carrilera

Datos iniciales

Datos del puente grúa

Capacidad máxima de la grúa $Q := 100 \text{ kN}$

Peso del puente grúa $W_{pg} := 21.36 \text{ kN}$

Peso del carro y polipastos $W_{cp} := 38 \text{ kN}$

Carga máxima de rueda $P_{max} := 95.8 \text{ kN}$

Carga mínima de rueda $P_{min} := 39.2 \text{ kN}$

Separación entre ruedas $S := 2 \text{ m}$

Datos de la viga carrilera

Peso del riel $W_r := 0.09 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Longitud de vanos $L := 4.2 \text{ m}$

Coefficientes de impacto

Factores utilizados para los impactos verticales, fuerzas longitudinales y laterales							
Fuentes de Energía	Puentes	Impulsado a Mano		Eléctrico			
	Carro	Todos		IM		E	
	Polipastos	IM	E	IM	E	IM	E
Impacto Vertical	Operado por colgantes	NA	0	10%	10%	10%	10%
	Operado por Cabina	NA	NA	NA	NA	NA	25%
Fuerza Longitudinal		0	0	10%	10%	10%	10%
Fuerza Lateral		0	20%	0%	20%	0	20%

Coefficiente para impacto vertical $C_{IV} := 25\%$

Coefficiente para Fuerza Lateral $C_{FLa} := 20\%$

Coefficiente para fuerza longitudinal $C_{FLo} := 10\%$

Propiedades de los materiales (acero ASTM A36)

$F_y := 250 \text{ MPa}$

$P_m := 76.97 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

$E := 200000 \text{ MPa}$

Definición de parámetros de perfiles Doble T

Definición de perfiles a utilizar:

Datos de 700HEB

$$d := 700 \text{ mm}$$

$$b_f := 300 \text{ mm}$$

$$t_f := 32 \text{ mm}$$

$$t_w := 17 \text{ mm}$$

$$r := 27 \text{ mm}$$

$$I_x := 256888 \text{ cm}^4$$

$$I_y := 14441 \text{ cm}^4$$

$$A := 306.4 \text{ cm}^2$$

$$S_x := 5700 \text{ cm}^3$$

$$S_y := 902 \text{ cm}^3$$

$$Z_x := 1032 \text{ cm}^3$$

Cálculos

$$r_x := \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 28.955 \text{ cm} \quad \text{Radio de giro en X}$$

$$h_0 := d - t_f = 668 \text{ mm} \quad \text{Distancia entre centroides de las alas}$$

$$r_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 6.865 \text{ cm} \quad \text{Radio de giro en y}$$

$$k := t_f + (r) = 59 \text{ mm} \quad \text{espesor del ala +curvatura}$$

$$C_w := t_f \cdot h_0^2 \cdot \frac{b_f^3}{24} = (1.606 \cdot 10^7) \text{ cm}^6 \quad \text{Constante de torsión de alabeo}$$

$$h := d - 2 k = 582 \text{ mm} \quad \text{Altura libre del alma}$$

$$PP := A \cdot P_m = 2.358 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Peso de la viga por cada m}$$

6. Definición de caso de carga

CP: Peso del puente grúa, peso del riel, peso de la viga

CV: Peso del carro, capacidad máxima de la grúa, Polipastos

7. Combinaciones usadas

Combinación de diseño: 1.2CP+1.6CV

Combinación de servicio: 1CP+1CV

8. Resultados del análisis:

8.1 Cargas de servicio

Carga uniformemente distribuida sobre la viga $q_s := W_r + PP = 2.448 \frac{kN}{m}$

Carga uniformemente distribuida sobre la viga $P_{vs} := P_{max} = 95.8 \text{ kN}$

Carga transversal por rueda $P_{ts} := C_{FLa} \cdot \frac{(Q + W_{cp})}{4} = 6.9 \text{ kN}$

Carga longitudinal por rueda $P_{ls} := C_{FLo} \cdot \frac{(Q + W_{cp} + W_{pg})}{4} = 3.984 \text{ kN}$

Cargas últimas.

Carga por rueda debido al peso del puente grúa $P_{pg} := \frac{W_{pg}}{4} = 5.34 \text{ kN}$

Capacidad máxima de la grúa + Peso del carro + polipastos $P_{gc} := P_{max} - P_{pg} = 90.46 \text{ kN}$

Carga uniformemente distribuida sobre la viga $q_u := 1.2 q_s = 2.938 \frac{kN}{m}$

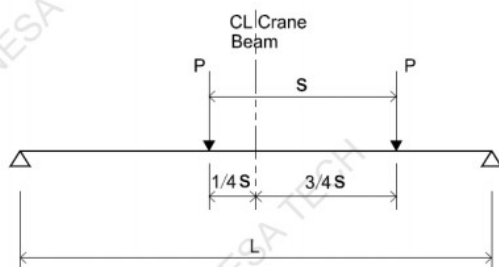
Carga vertical impactada por rueda

$$P_{vu} := (100\% + C_{IV}) \cdot (1.2 \cdot P_{pg} + 1.6 \cdot P_{gc}) = 188.93 \text{ kN}$$

Carga transversal por rueda $P_{tu} := 1.6 \cdot P_{ts} = 11.04 \text{ kN}$

Carga longitudinal por rueda $P_{lu} := C_{FLo} \cdot \frac{(1.2 \cdot W_{pg} + 1.6 \cdot (Q + W_{cp}))}{4} = 6.161 \text{ kN}$

8.3 Momentos de diseño



Ubicación de las cargas puntuales para que se genere el mayor momento.

Momento máximo para carga vertical

$$M_{maxv} := \frac{P_{vu}}{2L} \cdot \left(L - \frac{S}{2}\right)^2 = 230.315 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento máximo generado por las cargas puntuales

$$M_{ux} := M_{maxv} + q_u \cdot \frac{L^2}{8} = 236.793 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

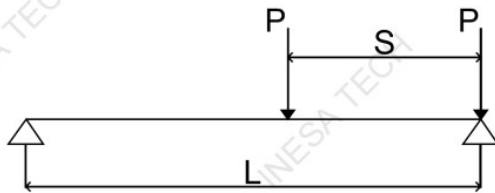
Momento de diseño para el eje mayor.

Momento máximo para carga lateral

$$M_{uy} := \frac{P_{tu}}{2L} \cdot \left(L - \frac{S}{2}\right)^2 = 13.458 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento de diseño para el eje menor.

Corte de diseño y reacciones máximas.



La reacción máxima ocurre cuando una de las ruedas del puente grúa se encuentra ubicada sobre uno de los apoyos.

$$R_{qu} := q_u \cdot \frac{L}{2} = 6.17 \text{ kN}$$

Reacción para la carga distribuida

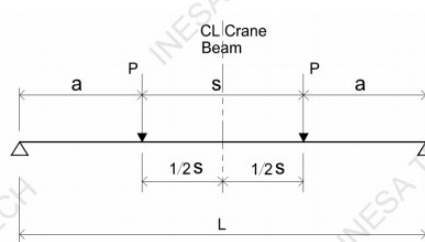
$$R_{max} := P_{vu} \cdot \left(2 - \frac{S}{L}\right) = 287.893 \text{ kN}$$

Reacción máxima para las cargas puntuales

$$R_u := R_{qu} + R_{max} = 294.063 \text{ kN}$$

Reacción de diseño

Verificación de la deflexión máxima



La deflexión máxima ocurre cuando las ruedas de la grúa se encuentran en el centro del vano.

$$X := \frac{(L - S)}{2} = 1.1 \text{ m}$$

$$\Delta_{v1} := P_{vs} \cdot \frac{X}{24 \cdot E \cdot I_x} \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot X^2) = 0.411 \text{ mm}$$

La deflexión para dos cargas puntuales centradas en un vano.

$$\Delta_{v2} := \frac{5}{384} \cdot q_s \cdot \frac{L^4}{E \cdot I_x} = 0.019 \text{ mm} \quad \text{La deflexión máxima}$$

$$\Delta_v := \Delta_{v1} + \Delta_{v2} = 0.43 \text{ mm} \quad \text{La deflexión máxima en el eje débil del perfil.}$$

$$\Delta_h := P_{ts} \cdot \frac{X}{24 \cdot E \cdot I_y} \cdot (3 L^2 - 4 X^2) = 0.526 \text{ mm} \quad \text{La deflexión máxima en el eje débil del perfil}$$

Para la deflexión máxima vertical

$$\Delta_{max} < \frac{L}{600}$$

$$\frac{L}{600} = 7 \text{ mm}$$

$$\text{if} \left(\Delta_v < \frac{L}{600}, \text{"ok"}, \text{"Cambiar Viga"} \right) = \text{"ok"}$$

Para la deflexión máxima horizontal.

$$\Delta_{hmax} < \frac{L}{400}$$

$$\frac{L}{400} = 10.5 \text{ mm}$$

$$\text{if} \left(\Delta_h < \frac{L}{400}, \text{"ok"}, \text{"Cambiar Viga"} \right) = \text{"ok"}$$

10.Revisión del pandeo local de la viga:

Las alas y el alma de la viga deben cumplir con la condición de miembros compactos, conforme a la Norma ANSI/AISC 360-10, a fin de prevenir el pandeo local.

a) Para las alas, se tiene :

$$\frac{b_f}{2 t_f} \leq 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_{ala} := \frac{b_f}{2 t_f} = 4.688$$

$$\lambda_{ala_max} := 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 10.748$$

if ($\lambda_{ala} \leq \lambda_{ala_max}$, “OK”, “NO CUMPLE cambiar viga”) = “OK”

b) Para el alma, se tiene:

$$\frac{h}{t_w} \leq 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}}$$

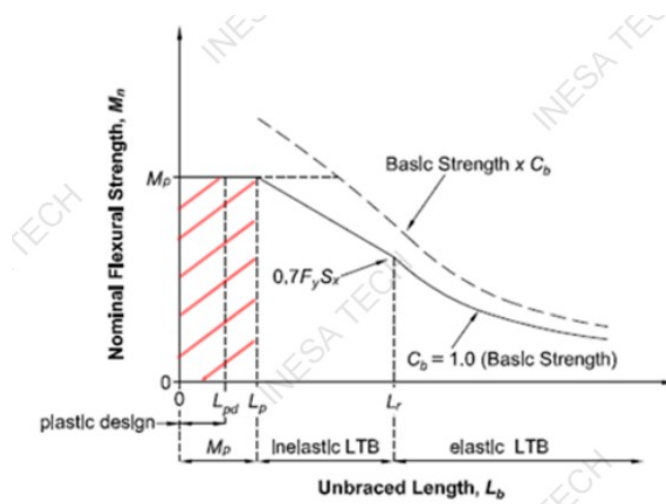
$$\lambda_{alma} := \frac{h}{t_w} = 34.235 \quad \text{Esbeltez del alma de la viga}$$

$$\lambda_{alma_max} := 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 106.349 \quad \text{Esbeltez máxima del alma de la viga}$$

if ($\lambda_{alma} \leq \lambda_{alma_max}$, “OK”, “NO CUMPLE”) = “OK”

Revisión por flexión biaxial en la viga

Resistencia a flexión en el eje fuerte (Perfiles Compactos)



Cálculo de longitudes características

$$L_b := L = 4.2 \text{ m}$$

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 3.418 \text{ m}$$

$$r_{y..} := \sqrt{Iy \cdot \frac{h_0}{}} = 9.199 \text{ cm}$$

$$r_{ts} = \sqrt{2 S_x}$$

$$c := 1$$

$$L_r := 1.95 r_{ts} \cdot \frac{E}{0.70 \cdot Fy} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_0} + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_0}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot Fy}{E}\right)^2}} = ?$$

Cálculo de Momento Plástico y tensión Crítica

$$M_p := Z_x \cdot Fy = 258 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_r := 0.70 \cdot S_x \cdot Fy = 997.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$C_b := 1$$

$$F_{cr} := C_b \cdot \pi^2 \cdot \frac{E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot J \cdot \frac{c}{S_x \cdot h_0} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} = ? \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{si } L_b \leq L_p$$

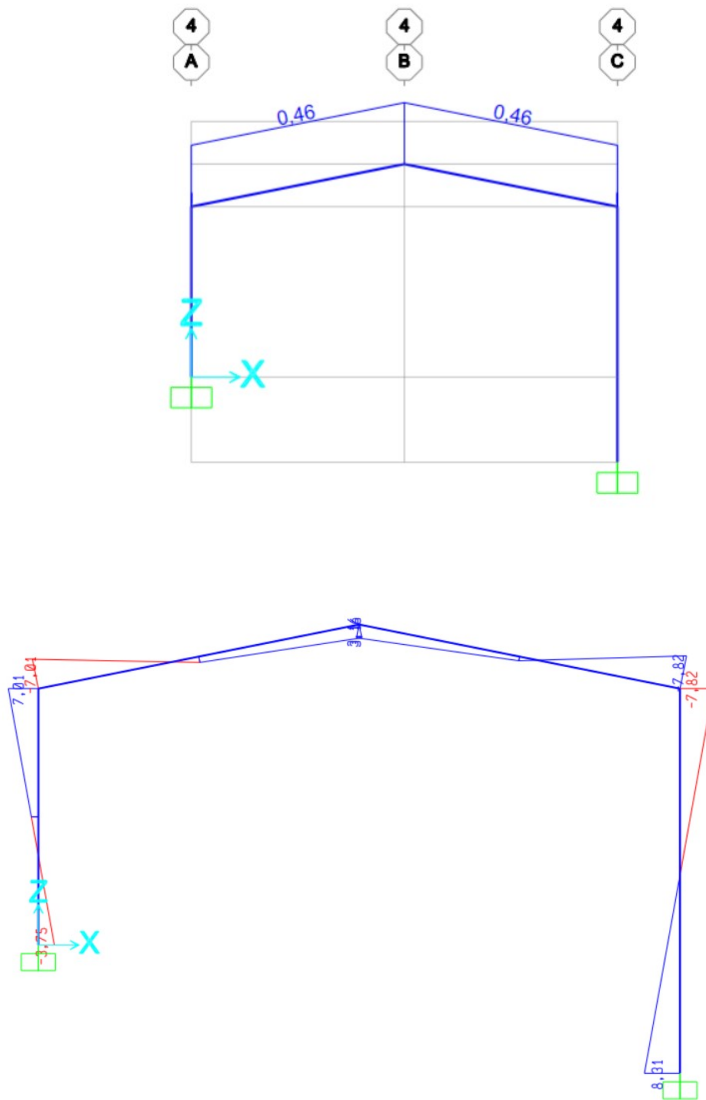
$$M_{n1} := M_p = 258 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{si } L_b > L_p$$

Prediseño

Elementos estructurales

Debido a que se diseñará un muro de contención con un sistema monolítico, se cambia la longitud de las columnas que se encuentran a lado de la oficina. Se obtiene la tabla de los momentos y cargas axiales. Se selecciona el momento máximo para la selección de perfiles, en display- show tables- element forces-frame.



$$M_{max} := 7.82 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$d := 80 \text{ cm}$$

$$F := \frac{M_{max}}{d} = 9.775 \text{ tonnef}$$

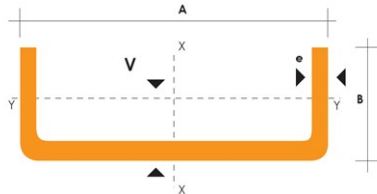
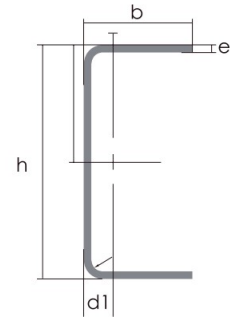
$$F_y := 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_{y'} := 0.60 \cdot F_y \quad f_{y'} = (1.489 \cdot 10^4) \frac{m}{s^2} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A := \frac{F}{f_{y'}}$$

$$A = 6.439 \text{ cm}^2$$

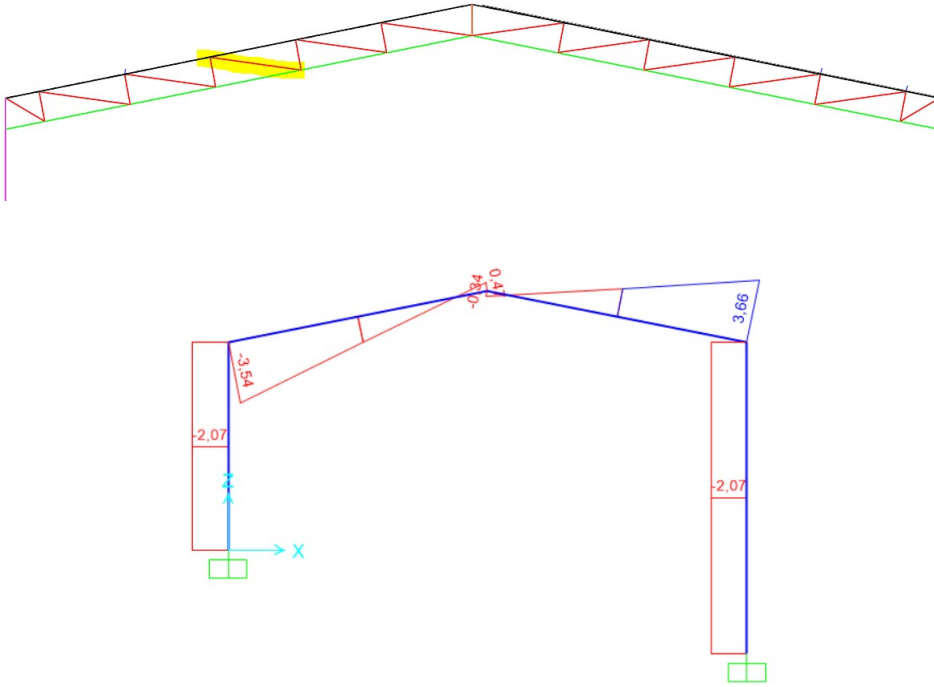
C150·50·4

Designación	Dimensiones (mm)			Masa Kg/m	A cm ²	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	e				I _x	I _y	W _x	W _y	i _x	i _y
	mm	mm	mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
C 50 x 25 x 2	50	25	2	1,45	1,87	0,72	7,06	1,13	2,83	0,63	1,94	0,72
C 50 x 25 x 3	50	25	3	2,09	2,7	0,77	9,7	1,57	3,88	0,91	1,89	0,76
C 60 x 30 x 2	60	30	2	1,77	2,26	0,85	12,5	2,00	4,16	0,93	2,35	0,94
C 60 x 30 x 3	60	30	3	2,56	3,3	0,89	17,5	2,84	5,85	1,34	2,31	0,93
C 60 x 30 x 4	60	30	4	3,30	4,2	0,95	21,1	3,51	7,03	1,72	2,24	0,91
C 80 x 40 x 2	80	40	2	2,40	3,07	1,09	30,8	4,89	7,71	1,68	3,17	1,26
C 80 x 40 x 3	80	40	3	3,51	4,5	1,14	43,9	7,01	11	2,45	3,12	1,25
C 80 x 40 x 4	80	40	4	4,56	5,87	1,19	55,4	8,92	13,9	3,17	3,07	1,23
C 80 x 40 x 5	80	40	5	5,55	7,18	1,23	65,49	10,62	16,37	3,83	3,02	1,21
C 80 x 40 x 6	80	40	6	6,49	8,42	1,28	74,18	12,1	18,54	4,44	2,96	1,19
C 100 x 50 x 2	100	50	2	3,02	3,87	1,34	61,5	9,72	12,3	2,66	3,99	1,58
C 100 x 50 x 3	100	50	3	4,45	5,7	1,39	88,5	14,1	17,7	3,89	3,94	1,57
C 100 x 50 x 4	100	50	4	5,81	7,47	1,44	113	18,1	22,6	5,07	3,89	1,56
C 100 x 50 x 5	100	50	5	7,12	9,18	1,48	135	21,8	27,1	6,19	3,84	1,54
C 100 x 50 x 6	100	50	6	8,37	10,82	1,53	115,3	25,14	31,05	7,24	3,79	1,52
C 100 x 60 x 4	100	60	4	6,44	8,13	1,86	128	29,7	25,6	7,17	3,97	1,91
C 100 x 50 x 5	100	50	5	7,91	9,95	1,92	152	35,7	30,5	8,76	3,91	1,9
C 100 x 60 x 6	100	60	6	9,31	12,02	1,93	181,8	42,25	36,36	10,38	3,89	1,87
C 100 x 60 x 8	100	60	8	11,95	15,5	2,06	222,6	52,47	44,52	13,32	3,78	1,83
C 125 x 50 x 2	125	50	2	3,42	4,37	1,2	103	10,4	16,5	2,74	4,86	1,54
C 125 x 50 x 3	125	50	3	5,04	6,45	1,24	149	15,1	23,9	4,02	4,81	1,53
C 125 x 50 x 4	125	50	4	6,60	8,47	1,29	192	19,4	30,7	5,24	4,76	1,51
C 125 x 50 x 5	125	50	5	8,10	10,4	1,34	231	23,4	37	6,4	4,71	1,5
C 125 x 50 x 6	125	50	6	9,55	12,32	1,38	266	27,19	42,67	7,51	4,65	1,48
C 125 x 60 x 5	125	60	5	8,89	11,43	1,7	267	39,36	42,71	9,15	4,83	1,86
C 125 x 60 x 6	125	60	6	10,49	13,52	1,75	309,3	45,83	49,48	10,78	4,78	1,84
C 125 x 60 x 8	125	60	8	13,52	17,5	1,81	383,3	57,3	61,33	13,94	4,68	1,8
C 125 x 80 x 6	125	80	6	12,37	15,92	2,61	394,3	102,9	63,08	19,1	4,97	2,54
C 125 x 80 x 8	125	80	8	16,03	20,69	2,64	493	130,3	78,88	24,3	4,88	2,5
C 125 x 80 x 10	150	80	10	19,45	25,21	2,74	576,6	154,2	92,25	29,31	4,78	2,47
C 150 x 50 x 2	150	50	2	3,81	4,87	1,09	138	10,9	21,1	2,8	5,71	1,5
C 150 x 50 x 3	150	50	3	5,62	7,2	1,13	230	15,9	30,7	4,11	5,65	1,49
C 150 x 50 x 4	150	50	4	7,38	9,47	1,17	297	20,5	39,6	5,36	5,6	1,47
C 150 x 50 x 5	150	50	5	9,08	11,7	1,22	359	24,8	47,9	6,55	5,55	1,46
C 150 x 50 x 6	150	50	6	10,72	13,82	1,26	416,7	28,8	55,55	7,7	5,49	1,44
C 150 x 60 x 5	150	60	5	9,87	12,68	1,56	411,9	41,72	54,91	9,4	5,7	1,81
C 150 x 60 x 6	150	60	6	11,67	15,02	1,6	478,9	48,7	63,85	11,07	5,64	1,8
C 150 x 60 x 8	150	60	8	15,09	19,5	1,74	598,7	61,15	79,83	14,35	5,54	1,77
C 150 x 80 x 6	150	80	6	13,55	17,42	2,43	603,4	109,9	80,45	19,73	5,88	2,51
C 150 x 80 x 8	150	80	8	17,60	22,69	2,44	760,2	139,5	101,4	25,09	5,78	2,47
C 150 x 80 x 10	150	80	10	21,42	27,71	2,54	896,3	165,9	119,5	30,37	5,68	2,44
C 150 x 80 x 12	150	80	12	25,00	32,47	2,64	1013	189,3	135,1	35,31	5,59	2,41



duda

Pre-diseño de celosía diaconal



$$\alpha := 43.29^\circ$$

$$V := 2.07 \text{ tonnef}$$

$$F_l := \frac{V}{\cos(\alpha)}$$

$$F_l = 2.844 \text{ tonnef}$$

$$fy' = (1.489 \cdot 10^4) \frac{m}{s^2} \cdot \frac{kg}{cm^2}$$

$$A_l := \frac{F_l}{fy'}$$

$$A_l = 1.873 \text{ cm}^2$$

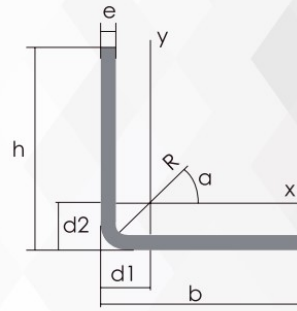
$$A_l := \frac{A_l}{2} = 0.937 \text{ cm}^2$$

Ahora con el cambio sería 2L20X20X3

ÁNGULOS "L" DOBLADO

Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 1623
Calidad:	ASTM A36
Largo Normal:	6,00m y medidas especiales
Espesores:	Desde 2.00mm - 12mm
Acabado:	Acero Negro



Descripción	b	h	e	Masa	Área	d1	d2	Angulo a	Ángulos de alas iguales															
									Eje X - X			Eje Y - Y			Eje U - U			Eje V - V						
									Ix	Wx	rx	Iy	Wy	ry	Iu	Wu	ru	Iv	Wv	rv				
cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm													
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37				
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34				
L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47				
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45				
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57				
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,55				
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52				
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,65	0,78				
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75				
L 40x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,55	1,10	0,73				

Pre-diseño de perfil G para las correas



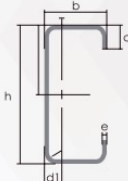
colocar un dibujo manual

$$\sigma_{max} = \frac{Mx}{S_{xx}} = \frac{Sy}{FS}$$

$$Fy := 2530 \frac{kgf}{cm^2} \quad fy' := 0.60 \cdot Fy \quad fy' = (1.489 \cdot 10^4) \frac{m}{s^2} \cdot \frac{kg}{cm^2}$$

$$Mmax := 0.1603 \frac{tonnef}{m} \cdot \frac{1 (5 m)^2}{8}$$

$$Mmax = 0.501 \text{ tonnef} \cdot m$$



Designación	Dimensiones				Masa Kg/m	A cm ²	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm	mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
G 60x30x10x2	60	30	10	2	1,96	2,54	1,44	14,88	5,28	4,9	2,74	2,42	1,44
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07	8,81	3,18	3,16	1,51
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,46	49,04	10,85	12,26	4,27	3,1	1,46
G 80x50x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55	10,28	4,34	3,23	1,88
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	3,94	1,8
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,7	28,5	25,34	9,05	3,85	1,83
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,5	12,09	3,75	1,83
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,56	116,4	16,16	18,63	4,69	4,91	1,83
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,06	1,55	165,5	22,16	26,48	6,43	4,84	1,77
G125x50x15x4	125	50	15	4	7,07	9,15	1,54	208,7	26,88	33,39	7,78	4,78	1,71
G125x50x15x5	125	50	15	5	8,55	11,11	1,54	246,2	30,41	39,39	8,78	4,71	1,65
G125x50x20x4	125	50	20	4	7,39	9,55	1,68	217	30,9	34,7	9,32	4,77	1,8
G125x50x25x5	125	50	25	5	9,33	12,11	1,8	264,3	39,88	42,29	12,46	4,67	1,82
G125x50x30x6	125	50	30	6	11,32	14,73	1,92	307,1	48,69	49,14	15,81	4,56	1,81
G150x50x15x2	150	50	15	2	4,16	5,34	1,42	178,7	17,13	23,83	4,78	5,79	1,79
G150x50x15x3	150	50	15	3	6,07	7,81	1,42	255,2	23,49	34,03	6,56	5,72	1,73
G150x50x15x4	150	50	15	4	7,86	10,15	1,41	323,5	28,51	43,13	7,95	5,65	1,68
G150x50x15x5	150	50	15	5	9,53	12,36	1,41	383,6	32,27	51,15	8,98	5,57	1,62
G150x50x20x4	150	50	20	4	8,17	10,5	1,54	337	32,9	44,9	9,52	5,65	1,77
G150x75x25x5	150	75	25	5	12,28	15,86	2,65	545,4	117,2	72,71	24,17	5,86	2,72
G175x50x15x2	175	50	15	2	4,56	5,84	1,31	257,7	17,92	29,45	4,85	6,64	1,75
G175x50x15x3	175	50	15	3	6,66	8,56	1,31	369,4	24,59	42,22	6,66	6,57	1,7
G175x50x15x4	175	50	15	4	8,64	11,15	1,3	470,0	29,85	53,71	8,07	6,49	1,64
G175x50x15x5	175	50	15	5	10,51	13,61	1,3	559,7	33,79	63,97	9,14	6,41	1,58
G175x75x25x4	175	75	25	4	10,84	13,9	2,48	653,0	105	74,6	20,9	6,84	2,75
G175x75x25x5	175	75	25	5	13,26	17,11	2,47	786,0	123,9	89,82	24,63	6,78	2,69
G175x75x30x6	175	75	30	6	16,03	20,73	2,6	929,4	152,8	106,2	31,19	6,7	2,72
G200x50x15x2	200	50	15	2	4,95	6,34	1,21	354,9	18,59	35,49	4,91	7,48	1,71
G200x50x15x3	200	50	15	3	7,25	9,31	1,21	510,3	25,51	51,03	6,73	7,4	1,66
G200x50x15x4	200	50	15	4	9,43	12,15	1,21	651,4	30,96	65,14	8,18	7,32	1,6
G200x50x15x5	200	50	15	5	11,49	14,86	1,21	778,3	35,06	77,83	9,26	7,24	1,54
G200x75x25x4	200	75	25	4	11,63	14,9	2,32	895,0	110,0	89,50	21,3	7,64	2,71
G200x75x25x5	200	75	25	5	14,24	18,37	2,32	1080,0	129,6	108,0	25,02	7,67	2,66
G200x75x30x6	200	75	30	6	17,21	22,23	2,45	1282,0	160,2	128,2	31,73	7,59	2,68
G250x75x25x4	250	75	25	4	13,20	16,90	2,07	1520,0	118,0	122,0	21,7	9,48	2,64
G250x100x25x5	250	100	25	5	18,17	23,36	2,73	2219,0	285,3	177,5	39,24	9,75	3,49
G250x100x30x6	250	100	30	6	21,92	28,23	3,1	2647,0	383,5	219,8	55,58	9,68	3,69
G300x100x30x4	300	100	30	4	16,65	21,3	2,84	2860,0	274,0	191,0	38,3	11,6	3,58
G300x100x35x5	300	100	35	5	20,91	26,9	2,97	3560,0	351,0	237,0	49,9	11,5	3,62
G300x100x35x6	300	100	35	6	24,75	31,8	2,96	4170,0	404,0	278,0	57,4	11,4	3,56

Dimensiones exteriores a la sección transversal.
Radio de curvatura interior igual a 1,5e para espesores menores a 6,00 mm
Radio de curvatura interior igual a 2e para espesores de 6,00 mm o mayores

Como la correa está colocada con cierta inclinación, se descompone el momento alrededor del eje 'x' y del eje 'y':

$$\theta := 11.35^\circ$$

$$M_x := Mmax \cdot \cos(\theta) = 491.141 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad \frac{M_x}{f_y'} = 32.354 \text{ cm}^3$$

$$M_y := 0.0889 \cdot Mmax \cdot \sin(\theta) = 8.764 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_y \cdot 0.25 = 2.191 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Considerando las propiedades de la correa:

$$S_x := 34.03 \text{ cm}^3$$

$$S_y := 6.56 \text{ cm}^3$$

Tomando en cuenta la siguiente desigualdad, se sabrá si el perfil cumple o se deberá recalcularse:

$$\frac{M_x}{S_x} = (1.443 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \frac{M_y}{S_y} = 133.601 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} = 1576.86 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_y' = 1518 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$G150 \cdot 50 \cdot 15 \cdot 3$$

$$f_y' \geq \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} = 0$$

Tomando en cuenta la siguiente desigualdad, el perfil No CUMPLE.

Considerando las propiedades de la correa:

$$S_x := 42.20 \text{ cm}^3 \quad S_y := 6.66 \text{ cm}^3$$

Tomando en cuenta la siguiente desigualdad, se sabrá si el perfil cumple o se deberá recalcar:

$$\frac{M_x}{S_x} = (1.164 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \frac{M_y}{S_y} = 131.595 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} = 1295.436 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad fy' = 1518 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$G175 \cdot 50 \cdot 15 \cdot 3$$

$$fy' \geq \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} = 1$$

Tomando en cuenta la siguiente desigualdad, el perfil CUMPLE.

Pre-diseño de columnetas y vigas

Se empleará una mampostería con un espesor de 15cm, por ende, las columnetas y las vigas tendrán el mismo espesor. Calculando el acero requerido, se requiere conocer la cuantía mínima a emplear, la cual es del 1%:

$$\rho := 0.01$$

$$e_{columna} := 20 \text{ cm}$$

$$h_{columna} := 15 \text{ cm}$$

$$A_{columna} := e_{columna} \cdot h_{columna} = 300 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto:

$$A_{s_min} := \rho \cdot A_{columna} = 3 \text{ cm}^2$$

El número de varillas a emplear:

$$n := 4$$

$$A_{varillas_min} := \frac{A_{s_min}}{n} = 0.75 \text{ cm}^2$$

Calculando el diámetro de las varillas:

$$\phi_{varillas} := 18 \text{ mm}$$

$$A_{varillas_10} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{varillas}^2 = 2.545 \text{ cm}^2$$

La cuantía requerida es:

$$\rho := \frac{A_{varillas_10}}{A_{varillas_min}} = 3.39$$

Pre-diseño de Tensores

Para seleccionar el diámetro de los tensores, se debe conocer ciertas condiciones:

1. El diámetro mínimo es de 5/8 mm
2. La esbeltez no menor a L/500

Mencionado esto, se mide la longitud del tensor

$$ln := 15 \text{ m}$$

$$h := 1.5 \text{ m}$$

$$l := \sqrt{h^2 + (0.5 \ln)^2} = 7.649 \text{ m}$$

$$L_{tensor} := \sqrt{l^2 + 15 \text{ m}^2} = (8.573 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

$$\frac{L_{tensor}}{500} = 17.146 \text{ mm}$$

Diámetro [mm]	Sección [cm ²]	Peso [Kg/m]
6 mm	0.283	0.222
8 mm	0.503	0.395
10 mm	0.785	0.617
12 mm	1.131	0.888
16 mm	2.011	1.578
20 mm	3.142	2.466
25 mm	4.909	3.853
32 mm	8.042	6.313
40 mm	12.566	9.865

Se optará por un tensor de 20 mm de diámetro para fines constructivos.

$$\phi_{tensores} := 20 \text{ mm}$$

Pre-diseño de diagonal

Cuando se montan naves industriales, comúnmente se lo hace por partes. Por ellos, es importante calcular los valores de fuerzas en la diagonal.

$$F = 9.775 \text{ tonnef} \quad \theta = 11.35^\circ$$

F es la fuerza dada en el cordón superior, en cálculos anteriores se la presenta. De igual forma con el ángulo teta.

$$F_x := F \cdot \cos(\theta) = 9.584 \text{ tonnef}$$

$$F_y := F - F \cdot \sin(\theta) = 7.851 \text{ tonnef}$$

Entonces, la fuerza en la diagonal:

$$F_{diagonal} := \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 12.389 \text{ tonnef}$$

El área requerida del perfil que va a soportar esa diagonal, es:

$$A_{diagonal} := \frac{F_{diagonal}}{fy'} = 8.162 \text{ cm}^2$$

Revisando los perfiles escogidos para los cordones, se tiene un área de:

$$A := 9.47 \text{ cm}^2$$

Por ende, al requerir dos canales que están conectados entre sí:

$$2 \cdot A = 18.94 \text{ cm}^2$$

Se aceptan las correas anteriormente escogidas.

PERFILES

A continuación se muestran los perfiles metálicos escogidos:

1. Ángulos: 2L20X20X3
2. Cordones: C150X50X4
3. Correas: G175X50X15X3
4. Tensores: 20mm de diámetro
5. Diagonal: 2C150X50X4

Para los elementos de hormigón

1. Columnas: 20cm X 15 cm
2. Vigas: 20 cm X 15 cm

Pre-diseño de viga puente

NORMA UNE 76-201-88

Pre-diseño de viga carrilera

Cálculo del puente grúa

Paso 1. Determinar el RTV y el RTH

$$N := 5 \text{ tonnef}$$

$$C := 2 \text{ tonnef}$$

$$P := 15.7 \text{ tonnef}$$

$$RTV := N + C + P = 22.7 \text{ tonnef}$$

$$CI := 1.25 \text{ tonnef}$$

$$RTI := RTV + CI$$

$$RTI = 23.95 \text{ tonnef}$$

RTV=N+C+P	peso de viga carrilera, carro, peso del puente grúa		
N	5	Ton	
C	2	Ton	
P	15,7	Ton	
RTV	22,7		
RTI= RTV+Coeficiente de impacto			
RTV	22,7	ton	
Coeficiente de impacto	1,25	El movimiento del carro es automático	
RTI	23,95	ton	
Fuerzas transversales			

Ftn (por rueda)	1,135	
Ftv (por viga carrilera)	2,27	Fuerza de frenado longitudinal

- P | Carga vertical máxima por rueda en kg.
- Q | Carga horizontal máxima por rueda en kg.
- R | Carga horizontal máxima en kg.

9.5 Puentes - Grúa

a) Cargas Verticales

La carga vertical será la máxima real sobre rueda cuando la grúa esté izando a capacidad plena. Para tomar en cuenta el impacto, la carga izada se aumentará en 25 % o la carga sobre rueda se aumentará en 15 %, la que produzca mayores condiciones de esfuerzo.

b) Cargas Horizontales

La carga transversal total, debida a la traslación del carro del puente-grúa, será el 20% de la suma de la capacidad de carga y el peso del carro. Esta fuerza se supondrá colocada en la parte superior de los rieles, actuando en ambos sentido perpendicularmente a la vía de rodadura y debe ser distribuida proporcionalmente a la rigidez lateral de las estructuras que soportan los rieles.

La carga longitudinal debida a la traslación de la grúa, será el 10% de la reacción máxima total, sin incluir el impacto, aplicada en la parte superior del riel y actuando en ambos sentidos paralelamente a la vía de rodadura.

Fuerzas transversales		
Tendremos fuerzas maximas y fuerzas minimas		
Ftn (por rueda)	1,135	
Ftv (por viga carrilera)	2,27	Fuerza de frenado longitudinal
Fuerzas longitudinales		
FL=2HL	2,27	ton
POR TABLA (depende del peso de la viga carrilera)		
P (Carga máxima por rueda)	6465	kg
q (Carga transversal por rueda)	645	
R (Carga horizontal longitudinal máxima)	925	
Vmax	7,23	Ton
Vmin	4,12	Ton
Vmax*coef. Impacto	9,0375	Ton

Revisamos en el catálogo para la selección del puente grúa (viga deslizante)

Diseño de ménsulas

Datos

$$D := 10 \text{ tonnef}$$

$$f'c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$L := 22 \text{ tonnef}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$bw := 35 \text{ cm} \quad (\text{conforme al alto de la columna})$$

$$\phi := 0.75$$

$$h := 40 \text{ cm}$$

$$u := 1.4$$

$$av := 30 \text{ cm}$$

$$r1 := 3.5 \text{ cm}$$

1. Cálculo de d y h:

$$d := h - r1 = 36.5 \text{ cm}$$

$$h1 \geq 0.5 d$$

$$h1 := 0.5 d = 18.25 \text{ cm}$$

2. Carga de diseño

$$Vu := 188.93 \text{ kN} + 0.506 \text{ kN}$$

$$Nu := 20\% Vu$$

Esfuerzo fraccionante
Art. 16.5.3.5

$$Nu = 3.863 \text{ tonnef}$$

$$I := \frac{Vu}{0.85 \cdot f'c \cdot bw \cdot 0.65}$$

$$I = 4.757 \text{ cm}$$

con:

A = área de la placa de apoyo = l · b
 ϕ = coeficiente de reducción por aplastamiento = 0,65
d = 51 cm
h = 57 cm
bw = 40 cm

$$Vu \leq \phi \cdot P_{no} = \phi \cdot 0,85 \cdot f'c \cdot A$$

$$l \geq \frac{Vu}{0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot \phi} = \frac{760 \text{ kN}}{0,85 \cdot 25 \text{ MPa} \cdot 1000 \cdot 0,40 \cdot 0,65} = 0,1375 \text{ m}$$

Se adopta l = 0,20 m.

$$a = 3 \text{ cm} + \frac{2}{3} \cdot 20 \text{ cm} = 16,33 \text{ cm}$$

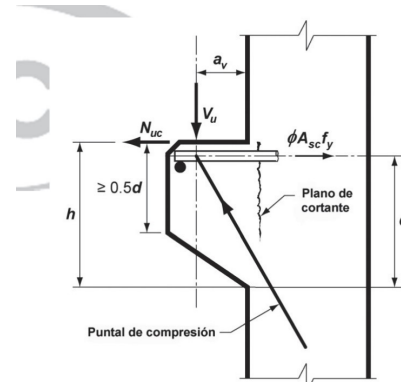


Fig. R16.5.1a — Acción estructural de una ménsula

3. Verificación de ménsula corta

$$\frac{av}{d} = 0.822 \quad \text{OK, es una ménsula corta}$$

4. Verificación de Vu

$$Vu1 := 0.2 \cdot \phi \cdot f'c \cdot bw \cdot d = 394.632 \text{ kN}$$

Vu, cumple

$$Vu2 := \left(34 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 0.08 \cdot f'c \right) \cdot \phi \cdot bw \cdot d = 477.317 \text{ kN}$$

$$Vu3 := 110 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot \phi \cdot bw \cdot d = (1.034 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

5. Diseño a corte por fricción

$$Avf := \frac{Vu}{\phi \cdot fy \cdot u}$$

$$Avf = 4.38 \text{ cm}^2$$

6. Diseño por flexión

$$Mu := Vu \cdot av + Nu \cdot (h - d) = 5.93 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$u_u := \frac{Mu}{\phi \cdot bw \cdot d^2 \cdot f'c} = 0.081 \quad \text{Momento último}$$

$$Ws1 := 0.85 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot u_u}{0.85}} \right)$$

$$Ws1 = 0.085$$

$$Af := Ws1 \cdot \frac{bw \cdot d \cdot f'c}{fy} = 5.429 \text{ cm}^2$$

7. Diseño para resistir Nu

$$An := \frac{Nu}{\phi \cdot fy} = 1.226 \text{ cm}^2 \quad \text{Art. 16.5.4.3}$$

8. Armadura principal de tracción

$$Asc1 := Af + An$$

$$Asc2 := \frac{2}{3} \cdot Avf + An = 4.147 \text{ cm}^2$$

$$Asc3 := 0.04 \cdot \left(\frac{f'c}{fy} \right) \cdot (bw \cdot d) = 2.555 \text{ cm}^2$$

$$Asc_{necesaria} := \max(Asc1, Asc2, Asc3) = 6.656 \text{ cm}^2 \quad \text{Área necesaria}$$

$$phi_traccion := 16 \text{ mm}$$

$$A16 := \pi \cdot \frac{(phi_traccion)^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2 \quad \text{Área real}$$

$$\frac{Asc_{necesaria}}{A16} = 3.31 \quad \text{Número de varillas}$$

$$\#Varillas := 4$$

$$4 \phi 16 \text{ mm}$$

$$Asc_{real} := \#Varillas \cdot A16 = 8.042 \text{ cm}^2$$

$$rg := 2.5 \text{ cm}$$

Armadura total para los estribos

Art. 16.5.5.2

$$Ah \geq 0.5 \cdot (Asc - An)$$

$$Ah_{necesaria_est} := 0.5 \cdot (Asc_{necesaria} - An)$$

$$Ah_{necesaria_est} = 2.715 \text{ cm}^2 \text{ Ah necesaria para estribos}$$

$$phi_est := 10 \text{ mm}$$

$$A10 := \pi \cdot \frac{(phi_est)^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$\#estribos := \frac{Ah_{necesaria_est}}{A10} = 3.456$$

$$\#estribos := 4$$

$$Ah_{real_est} := \#estribos \cdot A10 = 3.142 \text{ cm}^2$$

Separación de varillas

$$Sv := \frac{bw - 2 \cdot phi_est - 2 \cdot rg - phi_traccion \cdot \#Varillas}{\#Varillas - 1} = 7.2 \text{ cm}$$

Separación de estribos

$$S := \frac{\frac{2}{3} \cdot d - \frac{phi_traccion}{2} - \frac{phi_est}{2} - (\#estribos - 1) \cdot phi_est}{\#estribos} = 5.008 \text{ cm}$$

Armadura mínima

$$parte1 := \frac{Asc_real}{bw \cdot d} = 0.006 \quad parte2 := 0.04 \cdot \left(\frac{f'c}{fy} \right) = 0.002$$

$$\max(parte1, parte2) = 0.006 \quad \text{SI CUMPLE}$$

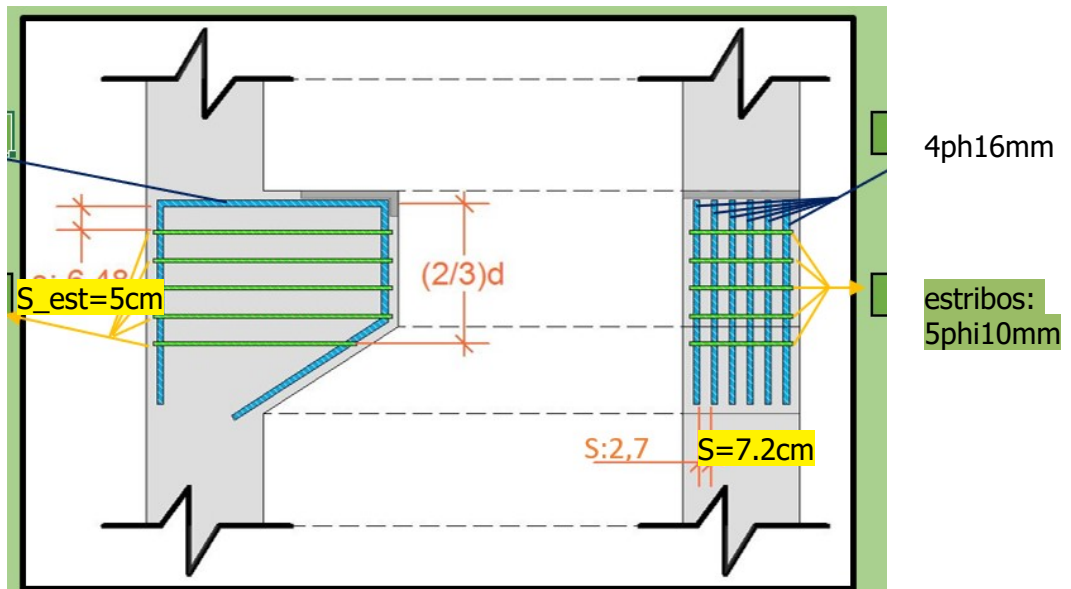


Tabla 20.6.1.3.2 — Recubrimiento especificado para elementos de concreto preesforzado construidos en sitio

Exposición del concreto	Miembro	Refuerzo	Recubrimiento especificado, mm
Construido contra el suelo y permanentemente en contacto con él	Todos	Todos	75
Expuesto a la intemperie o en contacto con el suelo	Losas, viguetas y muros	Todos	25
	Todos los demás	Todos	40
No expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo	Losas, viguetas y muros	Todos	20
	Vigas, columnas, y amarres a tracción	Refuerzo principal	40
Estribos, espirales y estribos cerrados de confinamiento		25	

Anexo 3:

Especificaciones

técnicas

1. Actividades preliminares

1.1 Estructuras Temporales

E1. Instalación de Barreras Acústicas

Descripción y método

Este apartado describe cómo se instalarán las barreras acústicas contempladas en las medidas de mitigación para el proyecto. Estas estructuras de protección reducen los niveles de ruido al aislar zonas ruidosas.

Las barreras se fabricarán con un material fonoabsorbente capaz de disminuir el sonido hasta 32 dB. Este material debe ser resistente al agua, la suciedad y el fuego.

Con un tamaño de 1,20 x 2 metros, estas barreras son ideales para instalarse rápida y eficazmente en vallas y andamios de obra.

Solo se requieren herramientas manuales menores dada su fácil instalación.

La unidad de medida será el metro lineal. El pago corresponderá únicamente a la correcta colocación supervisada de cada metro de barrera.

Equipo y Material

Se requerirá herramientas manuales menores, debido a que son de fácil instalación.

Medición y Pago

La unidad de medida de este rubro serán los metros lineales y se pagará únicamente la correcta colocación supervisada de cada metro de barrera.

E2. Oficinas y bodega temporales

Descripción y método

Este rubro hace referencia a la colocación e instalación de oficinas y bodega temporales que cubran con la demanda que requiera el personal que maneje la logística en la obra. Se elaborarán en forma de casetas de madera.

Equipo y Material

Se utilizarán tablones de madera, planchas de plywood, tiras de encofrado, clavos, bisagras, tornillos, entre otros.

Medición y Pago

La unidad de medida de este rubro será en unidades de oficina o bodega realizadas, y se pagará después de la debida revisión.

1.2 Topografía y Trazado

E3. Desbroce y limpieza del terreno, incluye reforestación

Descripción y método

Este rubro se refiere al trabajo de arreglo y limpieza del área donde se va a levantar la construcción y consiste en un corte de terreno hasta la profundidad necesaria; para retirar la capa vegetal y extirpar todos los árboles, troncos menores, raíces, y residuos de otros materiales que a juicio del fiscalizador sean inconvenientes para la correcta ejecución de la obra.

Los materiales de la limpieza deberán ser retirados fuera del sitio de la obra, hasta un lugar permitido por las autoridades competentes.

No se permitirá cortar ningún árbol fuera del área de construcción.

Equipo

La limpieza se llevará a cabo con la herramienta manual adecuada. En caso de requerir equipo especializado y que no contemple el análisis de costos unitarios, se solicitará autorización al fiscalizador para el empleo de los equipos. En todo caso, se aplicará todos los medios posibles

con tal de ejecutar correctamente este rubro en la forma y manera contratada.

Medición y Pago

Las cantidades que se pagarán por el arreglo y limpieza del terreno serán los metros cuadrados, calculados de acuerdo con las estipulaciones contempladas en el contrato original.

Las cantidades trabajadas se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros específicos.

Estos precios y los pagos constituirán la compensación total por los trabajos ejecutados, no incluye desalojo del material en distancias mayores a 400 metros. Participa del rubro toda la mano de obra, equipo menor no especializado herramientas, materiales y operaciones conexas necesarias para la correcta ejecución del trabajo descrito.

La unidad de medición es el metro cuadrado.

E4. Trazado y replanteo de la obra

Descripción y método

Se entenderá por replanteo de OBRA al proceso de trazado y marcado del área que no fue incluida en el rubro anterior, en el que consta la superficie del terreno donde será construido.

Se podrá utilizar, si se cree conveniente el uso de aparatos láser, para reducir el tiempo y mejor la precisión de los trabajos.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Equipo

Materiales mínimos: Tiras de eucalipto, clavos y estacas.

Equipo mínimo: Herramienta menor, equipo de topografía

Medición y pago

La medición será de acuerdo con la cantidad efectiva ejecutada, la que se verificará, previa al replanteo de la obra. Su pago será por metro cuadrado “m²”.

E5. Nivelación topográfica

Descripción y método

Se entenderá por control de niveles en obra al proceso de toma de niveles y marcado de los mismo en el transcurso del proyecto. Se debe utilizar, si se cree conveniente el uso de equipos de topografía para mejorar la precisión de los trabajos.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Equipo

Materiales mínimos: Tiras de eucalipto, clavos y estacas, niveles de mano

Equipo mínimo: Herramienta menor, equipo de topografía.

Medición y pago

La medición será de acuerdo con la cantidad efectiva ejecutada, la que se verificará, previa a la aprobación de la Fiscalización. Su pago será por metro cuadrado “m²”.

1.3 Preparación del terreno

E6. Excavación en roca y desalojo de material

Descripción y método.

Este trabajo consistirá en la excavación, transporte, desalojo, del material necesario para remover en las zonas de corte hasta obtener los niveles establecidos en los planos arquitectónicos y/o estructurales y aquellos determinados por la fiscalización para lograr la construcción de la obra básica y estructuras de drenaje y todo otro trabajo de movimiento de tierras de acuerdo con los documentos contractuales y las instrucciones entregadas en forma oportuna.

Todo el material producto de las excavaciones deberá ser desalojado a un sitio destinado por el fiscalizador y/o en los sitios ubicados por la municipalidad.

Las latitudes del corte terminado deberán conformarse razonablemente a lo estipulado en los planos y en ningún punto deberán variar del plano especificado más de 5 cm. medido en forma perpendicular al plano del talud. En caso de encontrar condiciones críticas en el suelo las que pueden afectar la estabilidad de la construcción deberán comunicador al fiscalizador para que autorice medidas adecuadas para prevenir problemas futuros.

La remoción y desalojo de materiales provenientes de derrumbos y deslizamientos dentro de la obra deberán realizarse empleando el equipo, personal y procedimientos aprobados previamente por el fiscalizador.

Equipo

El equipo que se empleará, son las herramientas manuales adecuadas al medio y tipo de obra, para este caso es necesario retroexcavadora.

Medición y pago

Las cantidades que se pagarán por la excavación serán los volúmenes medidos en su posición original calculados de acuerdo con lo estipulado en el contrato.

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el contrato se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros específicos.

La unidad de medición es el metro cúbico.

E.7 Relleno compactado con material propio

Descripción y método

Durante el proceso constructivo, los plintos de hormigón simple, se debe rellenar con suelo natural el espacio que queda de la excavación original, con el material que se extrajo de la mencionada excavación.

Material

Se usarán para la ejecución del presente rubro, herramientas manuales.

Medición y pago

Las cantidades que serán pagadas por el relleno compactado con suelo natural será medida en metros cúbicos serán las cantidades establecidas en el contrato más los adicionales, establecidos en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la ejecución del rubro que consiste en la dotación de la herramienta, mano de obra y operaciones conexas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos descritos.

La unidad de medición es el metro cúbico

E.8 Relleno compactado de material importado

Descripción y método

Sobre toda la plataforma, se procederá a rellenar de la siguiente manera:

Una vez que el piso se encuentre bien limpio, se procede a colocar la capa de lastre de río, debidamente compactada humedeciéndola adecuadamente en capas de 20 cm. hasta llegar al nivel previsto para la fundición de la loseta de piso y así conseguir un nivel de piso regular.

Material

Suelo de Relleno importado

Medición y pago

Las cantidades que se pagarán serán las medidas en obra por el fiscalizador.

Los precios serán los estipulados en el contrato según análisis de precios unitarios.

Estos pagos constituirán la compensación total por el rubro completamente ejecutado.

La unidad de medición es el metro cúbico

E.9 Excavación para cimentación

Descripción y método

Es el desalojo del material excavado de los cimientos, determinados como escombros o tierra, que no se va a utilizar en la obra por medio de volqueta y llevados a botaderos fuera de la zona de construcción y autorizado por el Fiscalizador, en concordancia a lo establecido en el plan de manejo ambiental.

Unidad: metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Ninguno.

Equipo

Equipo mínimo: CARRETILLA: Herramienta menor.

Medición y pago

La medición se realizará en sitio y confirmada con los planos de detalle aprobados para la construcción. Se considera esponjamiento del 10 al 45% según dureza del terreno. Su pago será por metro cúbico m³, con aproximación de dos decimales.

2. Nave Industrial

2.1 Subestructura de Nave Industrial

E10. Acero de refuerzo para zapatas de Nave Industrial $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Este rubro abarca la entrega de barras de acero, así como el proceso de corte, doblado y colocación según las especificaciones detalladas en los planos estructurales. También se incluyen tanto las herramientas necesarias como el personal de construcción indispensable.

El acero seleccionado debe cumplir con la especificación ASTM 615 y tener un grado mínimo de 60. Los elementos suministrados deben estar exentos de grietas, grasa y corrosión. Durante su almacenamiento temporal en el lugar de la obra, se deben garantizar las condiciones adecuadas para preservar sus propiedades físicas y mecánicas, evitando el contacto con el suelo o ambientes corrosivos.

El proceso de corte y doblado de las varillas se llevará a cabo según lo especificado en las listas y planos estructurales correspondientes a cada elemento a ser ensamblado. Se debe etiquetar adecuadamente cada grupo de doblados estándares.

Para mantener las distancias necesarias a los encofrados y asegurar el recubrimiento mínimo de los objetos de fundición, se deben utilizar elementos de separación como tirantes o bloques. Los empalmes y longitudes de desarrollo deben cumplir con las disposiciones indicadas en los planos.

Medición y pago

La medición para el pago se realizará en kilogramos de material transportado y colocado en obra.

E11. Encofrado y Desencofrado para zapatas de Nave Industrial

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas

de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E12. Hormigón premezclado para zapatas de Nave Industrial $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Es el hormigón de determinada resistencia utilizado para la conformación de zapatas.

En el caso de este proyecto se utilizará hormigón con una resistencia de 210 kg/cm^2 .

Una vez terminada la colocación del acero de refuerzo, trazado los niveles para facilitar la determinación del espesor de fundición, se procederá a colocar capas de hormigón en un espesor que permita un fácil y adecuado vibrado y compactación. Deberá hacerse el curado del hormigón.

Materiales y equipo

Se utilizarán los materiales especificados para el hormigón simple en la resistencia indicada.

Se

utilizará herramienta menor, concreteira.

Medida y pago

Medición y pago: Se lo hará por metro cúbico

E13. Acero de refuerzo para subestructura de Nave Industrial $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Este rubro abarca la entrega de barras de acero, así como el proceso de corte, doblado y colocación según las especificaciones detalladas en los planos estructurales. También se incluyen tanto las herramientas necesarias como el personal de construcción indispensable.

El acero seleccionado debe cumplir con la especificación ASTM 615 y tener un grado mínimo de 60. Los elementos suministrados deben estar exentos de grietas, grasa y corrosión. Durante su almacenamiento temporal en el lugar de la obra, se deben garantizar las condiciones adecuadas para preservar sus propiedades físicas y mecánicas, evitando el contacto con el suelo o ambientes corrosivos.

El proceso de corte y doblado de las varillas se llevará a cabo según lo especificado en las listas y planos estructurales correspondientes a cada elemento a ser ensamblado. Se debe etiquetar adecuadamente cada grupo de doblados estándares.

Para mantener las distancias necesarias a los encofrados y asegurar el recubrimiento mínimo de los objetos de fundición, se deben utilizar elementos de separación como tirantes o bloques. Los empalmes y longitudes de desarrollo deben cumplir con las disposiciones indicadas en los planos.

Medición y pago

La medición para el pago se realizará en kilogramos de material transportado y colocado en obra.

E14. Hormigón premezclado $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para la losa de cimentación

Esta especificación tiene en cuenta el encofrado de la losa de la cimentación. Abarca el suministro en el lugar de trabajo, vertido, compactación y curado del concreto, con una resistencia de 280 kg/cm^2 destinado a la losa de cimentación, junto con el encofrado correspondiente. De acuerdo con las pautas del ACI 318-14, se requiere que el concreto sea del tipo C1, según la categoría de exposición especificada.

Después de instalar el acero de refuerzo, se procede a colocar los encofrados, asegurando su estabilidad antes de iniciar el vertido del hormigón. Es fundamental garantizar un vertido

continuo que cubra toda el área delimitada por el encofrado, logrando una superficie uniforme. Durante la vibración, se debe tener cuidado para no alterar la posición de los elementos de la armadura.

El concreto suministrado debe cumplir con los requisitos de resistencia especificados. Para ello, se deben extraer muestras necesarias para realizar ensayos de cilindros según la norma ASTM C39, a las edades correspondientes, asegurando así la calidad del concreto en la obra.

Durante el proceso de vertido, se deben tomar precauciones para controlar la temperatura del concreto. Esto puede incluir la fundición de elementos durante la noche o, si se realiza entre las 10 am y 17 pm, considerar el uso de hielo.

La responsabilidad del suministro continuo de material en la obra recae en el proveedor, quien deberá organizar la logística para proporcionar las cantidades requeridas en el tiempo establecido. Además, se espera que el proveedor garantice el cumplimiento de las especificaciones del material.

El curado del hormigón debe comenzar después de completar la etapa de vertido y continuar hasta que alcance el 50% de la resistencia de diseño. La losa de cimentación se fundirá monolíticamente con la parte inferior de los muros de soporte, marcando la conclusión de la primera etapa de fundición.

Medida y Pago

La medición se efectuará en unidades de volumen transportadas y colocadas en obra.

E15. Hormigón premezclado $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para muro de sostenimiento

Esta especificación tiene en cuenta el encofrado de los muros de sostenimiento. Abarca el suministro en el lugar de trabajo, vertido, compactación y curado del concreto, con una resistencia de 280 kg/cm^2 destinado a los muros de sostenimiento, junto con el encofrado

correspondiente. De acuerdo con las pautas del ACI 318-14, se requiere que el concreto sea del tipo C1, según la categoría de exposición especificada.

Después de instalar el acero de refuerzo, se procede a colocar los encofrados, asegurando su estabilidad antes de iniciar el vertido del hormigón. Es fundamental garantizar un vertido continuo que cubra toda el área delimitada por el encofrado, logrando una superficie uniforme. Durante la vibración, se debe tener cuidado para no alterar la posición de los elementos de la armadura.

El concreto suministrado debe cumplir con los requisitos de resistencia especificados. Para ello, se deben extraer muestras necesarias para realizar ensayos de cilindros según la norma ASTM C39, a las edades correspondientes, asegurando así la calidad del concreto en la obra.

Durante el proceso de vertido, se deben tomar precauciones para controlar la temperatura del concreto. Esto puede incluir la fundición de elementos durante la noche o, si se realiza entre las 10 am y 17 pm, considerar el uso de hielo.

La responsabilidad del suministro continuo de material en la obra recae en el proveedor, quien deberá organizar la logística para proporcionar las cantidades requeridas en el tiempo establecido. Además, se espera que el proveedor garantice el cumplimiento de las especificaciones del material.

El curado del hormigón debe comenzar después de completar la etapa de vertido y continuar hasta que alcance el 50% de la resistencia de diseño. La losa de cimentación se fundirá monolíticamente con la parte inferior de los muros de soporte, marcando la conclusión de la primera etapa de fundición.

Medida y Pago

La medición se efectuará en unidades de volumen transportadas y colocadas en obra.

E16. Hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para escalera de sótano

El rubro corresponde a la preparación del encofrado, colocación, vibrado y curado del hormigón de las escaleras.

Antes de comenzar la fundición, es crucial verificar la posición de las armaduras y la estabilidad del encofrado. Se debe asegurar un vertido continuo del hormigón que cubra toda el área delimitada por el encofrado. La vibración debe realizarse de manera que no altere la posición de los elementos de la armadura.

El concreto suministrado debe cumplir con los requisitos de resistencia especificados. Para ello, se deben tomar las muestras necesarias para realizar ensayos de especímenes cilíndricos según la norma ASTM C39, en las respectivas edades, con el fin de garantizar la calidad del concreto en la obra.

El proceso de curado del hormigón debe iniciarse después de completar la etapa de vertido y prolongarse hasta que el hormigón alcance el 50% de la resistencia de diseño.

Medida y Pago

La medición y el pago se efectuarán en metros cúbicos de hormigón transportados y colocados en obra.

E17. Encofrado de Losa Fuerte

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla

con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E18. Hormigón premezclado $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para losa fuerte

Este sector incluye el suministro en el lugar de trabajo, vertido, compactación y curado del hormigón con una resistencia de 350 kg/cm² para la losa fuerte del sistema, junto con el encofrado correspondiente. De acuerdo con las directrices del ACI 318-14, el hormigón debe ser de tipo C1, según la categoría de exposición especificada.

El inicio de esta fase debe cumplir con las disposiciones de las etapas anteriores, incluyendo el respeto a las edades correspondientes para la resistencia que deben haber alcanzado los elementos fundidos previamente antes de someterse a cargas. Antes de comenzar la fundición, se deben colocar el encofrado, la armadura de refuerzo y los conductos para los agujeros de la losa, asegurando su posición y estabilidad adecuadas. Las aberturas de los conductos deben ser cubiertas para evitar la entrada de hormigón.

El encofrado debe tener la resistencia suficiente y el soporte adecuado para soportar las cargas correspondientes al peso del acero y el hormigón. Se debe mantener un vertido continuo del hormigón que cubra toda el área delimitada por el encofrado. La vibración debe realizarse de manera que no altere la posición de los elementos de la armadura.

El concreto suministrado debe cumplir con los requisitos de resistencia especificados. Para ello, se deben tomar muestras necesarias para realizar ensayos de especímenes cilíndricos de acuerdo con la norma ASTM C39, en las respectivas edades, con el fin de garantizar la calidad del concreto en la obra.

Durante el vertido del hormigón, se deben tomar precauciones para controlar la temperatura, optando por realizar la fundición de los elementos durante la noche. En caso de ejecutar la fundición entre las 10 am y 17 pm, se debe considerar el uso de hielo.

El proceso de curado del hormigón debe iniciarse después de completar la etapa de vertido y prolongarse hasta que el hormigón alcance el 50% de la resistencia de diseño.

Medida y Pago

La medición se efectuará en unidades de volumen transportadas y colocadas en obra.

2.2 Muro de Reacción

E19. Acero de refuerzo para muro de reacción $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Este rubro abarca la entrega de barras de acero, así como el proceso de corte, doblado y colocación según las especificaciones detalladas en los planos estructurales. También se incluyen tanto las herramientas necesarias como el personal de construcción indispensable.

El acero seleccionado debe cumplir con la especificación ASTM 615 y tener un grado mínimo de 60. Los elementos suministrados deben estar exentos de grietas, grasa y corrosión. Durante su almacenamiento temporal en el lugar de la obra, se deben garantizar las condiciones adecuadas para preservar sus propiedades físicas y mecánicas, evitando el contacto con el suelo o ambientes corrosivos.

El proceso de corte y doblado de las varillas se llevará a cabo según lo especificado en las listas y planos estructurales correspondientes a cada elemento a ser ensamblado. Se debe etiquetar adecuadamente cada grupo de doblados estándares.

Para mantener las distancias necesarias a los encofrados y asegurar el recubrimiento mínimo de los objetos de fundición, se deben utilizar elementos de separación como tirantes o bloques. Los empalmes y longitudes de desarrollo deben cumplir con las disposiciones indicadas en los planos.

Medición y pago

La medición para el pago se realizará en kilogramos de material transportado y colocado en obra.

E20. Encofrado de Muro

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las

cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E.21 Hormigón premezclado $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para muro de reacción

Este sector incluye el suministro en el lugar de trabajo, vertido, compactación y curado del hormigón con una resistencia de 350 kg/cm^2 para el muro de reacción del sistema, junto con el encofrado correspondiente. De acuerdo con las directrices del ACI 318-14, el hormigón debe ser de tipo C1, según la categoría de exposición especificada.

El inicio de esta fase debe cumplir con las disposiciones de las etapas anteriores, incluyendo el respeto a las edades correspondientes para la resistencia que deben haber alcanzado los elementos fundidos previamente antes de someterse a cargas. Antes de comenzar la fundición, se deben colocar el encofrado, la armadura de refuerzo y los conductos para los agujeros de la losa, asegurando su posición y estabilidad adecuadas. Las aberturas de los conductos deben ser cubiertas para evitar la entrada de hormigón.

El encofrado debe tener la resistencia suficiente y el soporte adecuado para soportar las cargas correspondientes al peso del acero y el hormigón. Se debe mantener un vertido continuo del hormigón que cubra toda el área delimitada por el encofrado. La vibración debe realizarse de manera que no altere la posición de los elementos de la armadura.

El concreto suministrado debe cumplir con los requisitos de resistencia especificados. Para ello, se deben tomar muestras necesarias para realizar ensayos de especímenes cilíndricos de acuerdo con la norma ASTM C39, en las respectivas edades, con el fin de garantizar la calidad del concreto en la obra.

Durante el vertido del hormigón, se deben tomar precauciones para controlar la temperatura, optando por realizar la fundición de los elementos durante la noche. En caso de ejecutar la fundición entre las 10 am y 17 pm, se debe considerar el uso de hielo.

El proceso de curado del hormigón debe iniciarse después de completar la etapa de vertido y prolongarse hasta que el hormigón alcance el 50% de la resistencia de diseño.

Medida y Pago

La medición se efectuará en unidades de volumen transportadas y colocadas en obra.

2.3 Superestructura de la Nave Industrial

E.22 Acero de refuerzo para columnas, incluye ménsula $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Previo a la colocación del acero deben revisarse las cantidades de varillas longitudinales y estribos que deben colocarse en las columnas, estos detalles se pueden observar en los planos estructurales.

El acero de refuerzo debe estar libre de escorias, grasa, arcilla, oxidación, pintura, o recubrimiento de cualquier material extraño que pueda reducir o no permitir una buena adherencia con el hormigón.

Todo el acero de refuerzo debe cumplir con las dimensiones establecidas, doblándolo en frío, colocado en obra como se especifica o se establece en los planos estructurales. Los estribos u otros hierros que estén en contacto con la armadura principal serán debidamente amarrados con alambre galvanizado número 18, a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

El hierro de refuerzo deberá ser corrugado y tener un límite de fluencia no menor a 4200 kg/cm².

Ningún hormigón podrá ser vaciado antes de que el fiscalizador haya inspeccionado y aprobado la colocación de la armadura.

En todas aquellas superficies de cimentación u otros miembros estructurales principales en los

cuales se coloque el hormigón directamente sobre el suelo, la armadura tendrá un recubrimiento mínimo de 5 cm.

No se aceptará la reubicación o reajuste de armaduras durante la colocación del hormigón.

El espaciamiento mínimo entre armaduras y los elementos embebidos en el hormigón, por ejemplo, tuberías será igual a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

Cuando sea necesario realizar traslapes se empleará las varillas a una longitud establecida en los planos estructurales y se sujetarán con alambre galvanizado. Se debe evitar cualquier traslape o unión de la armadura en puntos máximos de esfuerzo. Toda armadura será comprobada con las planillas de acero de refuerzo y los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con el fiscalizador.

Medida y Pago

Las cantidades que se pagarán por acero estructural serán en kg medidos en sitio, de acuerdo con lo establecido en los planos y aprobados por el fiscalizador las cantidades de acero se pagarán a los precios unitarios que conste en los documentos del contrato este pago constituirá la compensación de mano de obra, equipo, herramientas, materiales y otras operaciones conexas necesarias para la ejecución del rubro.

La unidad de medición es el Kilogramo.

E23. Encofrado y desencofrado de columnas, incluye ménsulas

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla

con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E24. Hormigón premezclado para columnas, incluye ménsulas $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Una vez revisados los planos del proyecto, terminados los elementos en los que se apoya la columna, que los encofrados estén concluidos, debidamente nivelados y aplomados, colocado el acero de refuerzo, los chicotes, las instalaciones empotradas que pudieran estar

consideradas, los andamios y debidamente humedecidos los encofrados, se iniciará la fundición hasta su culminación.

Eventualmente se darán golpes en la zona baja para lograr el descenso de la pasta con los agregados, evitando el fenómeno de segregación que puede presentarse en los puntos de arranque o en columnas de dimensiones mínimas. Se cuidará la plomada, la estabilidad del encofrado y la posición del acero de refuerzo. Una vez iniciado el proceso de fraguado deberá procederse inmediatamente al curado del hormigón.

Materiales y equipos

Materiales, equipos y control de calidad: Se utilizará herramienta menor, concretera y vibrador.

Medida de Pago

Medición y pago: El pago se lo hará en metros cúbicos

E25. Encofrado y desencofrado de escaleras

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E26. Escalera de H.A con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Una vez revisados los planos del proyecto, terminados los elementos en los que se apoya la columna, que los encofrados estén concluidos, debidamente nivelados y aplomados, colocado el acero de refuerzo, los chicotes, las instalaciones empotradas que pudieran estar consideradas, los andamios y debidamente humedecidos los encofrados, se iniciará la fundición hasta su culminación.

Eventualmente se darán golpes en la zona baja para lograr el descenso de la pasta con los agregados, evitando el fenómeno de segregación que puede presentarse en los puntos de arranque o en columnas de dimensiones mínimas. Se cuidará la plomada, la estabilidad del

encofrado y la posición del acero de refuerzo. Una vez iniciado el proceso de fraguado deberá procederse inmediatamente al curado del hormigón.

Materiales y Equipo

Materiales, equipos y control de calidad: Se utilizará herramienta menor, concretera y vibrador.

Medida de pago

Medición y pago: El pago se lo hará en metros cúbicos

E.27 Acero de refuerzo para escalera $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Previo a la colocación del acero deben revisarse las cantidades de varillas longitudinales y estribos que deben colocarse en las columnas, estos detalles se pueden observar en los planos estructurales.

El acero de refuerzo debe estar libre de escorias, grasa, arcilla, oxidación, pintura, o recubrimiento de cualquier material extraño que pueda reducir o no permitir una buena adherencia con el hormigón.

Todo el acero de refuerzo debe cumplir con las dimensiones establecidas, doblándolo en frío, colocado en obra como se especifica o se establece en los planos estructurales. Los estribos u otros hierros que estén en contacto con la armadura principal serán debidamente amarrados con alambre galvanizado número 18, a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

El hierro de refuerzo deberá ser corrugado y tener un límite de fluencia no menor a 4200 kg/cm^2 .

Ningún hormigón podrá ser vaciado antes de que el fiscalizador haya inspeccionado y aprobado la colocación de la armadura.

En todas aquellas superficies de cimentación u otros miembros estructurales principales en los cuales se coloque el hormigón directamente sobre el suelo, la armadura tendrá un recubrimiento mínimo de 5 cm.

No se aceptará la reubicación o reajuste de armaduras durante la colocación del hormigón. El espaciamiento mínimo entre armaduras y los elementos embebidos en el hormigón, por ejemplo, tuberías será igual a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

Cuando sea necesario realizar traslapes se empleará las varillas a una longitud establecida en los planos estructurales y se sujetarán con alambre galvanizado. Se debe evitar cualquier traslape o unión de la armadura en puntos máximos de esfuerzo. Toda armadura será comprobada con las planillas de acero de refuerzo y los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con el fiscalizador.

Medida y Pago

Las cantidades que se pagarán por acero estructural serán en kg medidos en sitio, de acuerdo con lo establecido en los planos y aprobados por el fiscalizador las cantidades de acero se pagarán a los precios unitarios que conste en los documentos del contrato este pago constituirá la compensación de mano de obra, equipo, herramientas, materiales y otras operaciones conexas necesarias para la ejecución del rubro.

La unidad de medición es el Kilogramo.

E28. Suministro, fabricación, montaje de acero estructural tipo ASTM A36

Descripción y método

Serán las operaciones necesarias para cortar, doblar, soldar, pintar y otras necesarias para la fabricación y montaje de una estructura en perfil de acero laminado. El objetivo es el disponer de una estructura de cubierta, columnas, entresijos o similares, elaboradas en perfiles estructurales de tipo ASTM A36, y que consistirá en la provisión, fabricación y montaje de dicha estructura, según planos y especificaciones del proyecto y por indicaciones de los supervisadores.

Unidad: Kilogramos (kg)

Materiales y Equipos

Materiales: Perfiles estructurales y laminados, Electrodo # 7018, Placa de acero (300x900) e=25mm. Fondo y pintura Anticorrosiva.

Equipo: Herramienta menor. Soldadora, Amoladora, Compresor

Medición y pago

La medición será de acuerdo con la cantidad efectiva fabricada y montada en obra. Su pago será por kilogramo (kg).

E29. Suministro e Instalación de pernos ASTM 325 de 1”

Comprende el suministro e instalación de pernos expansivos con diámetro de 1 pulgada y longitud de 3 pulgadas que servirán para unir los perfiles estructurales o las placas donde se requiera

Unidad: Unidad.

Equipos y Materiales

Materiales Mínimos: Perno expansivo D= 1 pulg y L= 3 pulg.

Equipo Mínimo: Herramienta manual, taladro.

Medición y pago

Se pagará por UNIDAD de perno expansivo, debidamente colocado y cuantificado en obra a satisfacción del Fiscalizador / Administrador

E30. Instalación de Cubierta de Nave Industrial

Corresponde a la instalación de la cubierta en la nave industrial, como se detalla en los planos, la cubierta es de tipo Panel Estilox de 50 mm de alto y un espesor de 0,60 mm.

La instalación se regirá de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, no se aceptarán bajo ningún concepto planchas que muestren daños. Los pernos que se utilizarán deben estar elaborados según la ASTM A325 y deben ser de 1". Luego de la instalación se realizarán pruebas para verificar que no existan goteras. Se deberá contar con personal de experiencia y calificado para los trabajos en altura, además deberán contar con todos los equipos de protección personal.

Equipo y materiales

Materiales: Panel Estilox de 50mm, Electrodo revestido E7018, perno autoperforante

Equipo: Herramientas manuales, andamio, cortadora, motosoldadora.

Medición y pago

La unidad del rubro son los m2 y se pagarán según cada uno de estos debidamente colocado.

E31. Encofrado y desencofrado de vigas y viguetas

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E32. Hormigón premezclado para vigas y viguetas de la nave industrial $f'c = 210$ kg/cm²

Descripción y método

Una vez revisados los planos del proyecto, terminados los elementos en los que se apoya la columna, que los encofrados estén concluidos, debidamente nivelados y aplomados, colocado el acero de refuerzo, los chicotes, las instalaciones empotradas que pudieran estar consideradas, los andamios y debidamente humedecidos los encofrados, se iniciará la fundición hasta su culminación.

Eventualmente se darán golpes en la zona baja para lograr el descenso de la pasta con los agregados, evitando el fenómeno de segregación que puede presentarse en los puntos de arranque o en columnas de dimensiones mínimas. Se cuidará la plomada, la estabilidad del encofrado y la posición del acero de refuerzo. Una vez iniciado el proceso de fraguado deberá procederse inmediatamente al curado del hormigón.

Materiales y Equipo

Materiales, equipos y control de calidad: Se utilizará herramienta menor, concretera y vibrador.

Medida de pago

Medición y pago: El pago se lo hará en metros cúbicos

E33. Acero de refuerzo para vigas y viguetas $f_y = 4200$ kg/cm²

Descripción y método

Previo a la colocación del acero deben revisarse las cantidades de varillas longitudinales y estribos que deben colocarse en las columnas, estos detalles se pueden observar en los planos estructurales.

El acero de refuerzo debe estar libre de escorias, grasa, arcilla, oxidación, pintura, o recubrimiento de cualquier material extraño que pueda reducir o no permitir una buena adherencia con el hormigón.

Todo el acero de refuerzo debe cumplir con las dimensiones establecidas, doblándolo en frío, colocado en obra como se especifica o se establece en los planos estructurales. Los estribos u otros hierros que estén en contacto con la armadura principal serán debidamente amarrados con alambre galvanizado número 18, a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

El hierro de refuerzo deberá ser corrugado y tener un límite de fluencia no menor a 4200 kg/cm².

Ningún hormigón podrá ser vaciado antes de que el fiscalizador haya inspeccionado y aprobado la colocación de la armadura.

En todas aquellas superficies de cimentación u otros miembros estructurales principales en los

cuales se coloque el hormigón directamente sobre el suelo, la armadura tendrá un recubrimiento mínimo de 5 cm.

No se aceptará la reubicación o reajuste de armaduras durante la colocación del hormigón.

El espaciamiento mínimo entre armaduras y los elementos embebidos en el hormigón, por ejemplo, tuberías será igual a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

Cuando sea necesario realizar traslapes se empleará las varillas a una longitud establecida en los planos estructurales y se sujetarán con alambre galvanizado. Se debe evitar cualquier

traslape o unión de la armadura en puntos máximos de esfuerzo. Toda armadura será comprobada con las planillas de acero de refuerzo y los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con el fiscalizador.

Medida y Pago

Las cantidades que se pagarán por acero estructural serán en kg medidos en sitio, de acuerdo con lo establecido en los planos y aprobados por el fiscalizador las cantidades de acero se pagarán a los precios unitarios que conste en los documentos del contrato este pago constituirá la compensación de mano de obra, equipo, herramientas, materiales y otras operaciones conexas necesarias para la ejecución del rubro.

La unidad de medición es el Kilogramo.

3. Edificio de oficinas

3.1 Subestructura de Edificio de Oficinas

E34. Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ para muro de contención

Descripción y método

Este rubro abarca la entrega de barras de acero, así como el proceso de corte, doblado y colocación según las especificaciones detalladas en los planos estructurales. También se incluyen tanto las herramientas necesarias como el personal de construcción indispensable.

El acero seleccionado debe cumplir con la especificación ASTM 615 y tener un grado mínimo de 60. Los elementos suministrados deben estar exentos de grietas, grasa y corrosión. Durante su almacenamiento temporal en el lugar de la obra, se deben garantizar las condiciones adecuadas para preservar sus propiedades físicas y mecánicas, evitando el contacto con el suelo o ambientes corrosivos.

El proceso de corte y doblado de las varillas se llevará a cabo según lo especificado en las listas y planos estructurales correspondientes a cada elemento a ser ensamblado. Se debe etiquetar adecuadamente cada grupo de doblados estándares.

Para mantener las distancias necesarias a los encofrados y asegurar el recubrimiento mínimo de los objetos de fundición, se deben utilizar elementos de separación como tirantes o bloques. Los empalmes y longitudes de desarrollo deben cumplir con las disposiciones indicadas en los planos.

Medición y pago

La medición para el pago se realizará en kilogramos de material transportado y colocado en obra.

E35. Encofrado y desencofrado para muro de contención

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y

machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E36. Hormigón premezclado para muro de contención $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$

Es el hormigón de determinada resistencia utilizado para la conformación del muro de contención.

En el caso de este proyecto se utilizará hormigón con una resistencia de 210 kg/cm².

Una vez terminada la colocación del acero de refuerzo, trazado los niveles para facilitar la determinación del espesor de fundición, se procederá a colocar capas de hormigón en un espesor que permita un fácil y adecuado vibrado y compactación. Deberá hacerse el curado del hormigón.

Materiales y equipo

Se utilizarán los materiales especificados para el hormigón simple en la resistencia indicada.

Se utilizará herramienta menor, concreteira.

Medida y pago

Medición y pago: Se lo hará por metro cúbico

E37. Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ para zapatas de edificio

Descripción y método

Este rubro abarca la entrega de barras de acero, así como el proceso de corte, doblado y colocación según las especificaciones detalladas en los planos estructurales. También se incluyen tanto las herramientas necesarias como el personal de construcción indispensable.

El acero seleccionado debe cumplir con la especificación ASTM 615 y tener un grado mínimo de 60. Los elementos suministrados deben estar exentos de grietas, grasa y corrosión. Durante su almacenamiento temporal en el lugar de la obra, se deben garantizar las condiciones adecuadas para preservar sus propiedades físicas y mecánicas, evitando el contacto con el suelo o ambientes corrosivos.

El proceso de corte y doblado de las varillas se llevará a cabo según lo especificado en las listas y planos estructurales correspondientes a cada elemento a ser ensamblado. Se debe etiquetar adecuadamente cada grupo de doblados estándares.

Para mantener las distancias necesarias a los encofrados y asegurar el recubrimiento mínimo de los objetos de fundición, se deben utilizar elementos de separación como tirantes o bloques. Los empalmes y longitudes de desarrollo deben cumplir con las disposiciones indicadas en los planos.

Medición y pago

La medición para el pago se realizará en kilogramos de material transportado y colocado en obra.

E38. Encofrado y desencofrado de zapatas de edificio

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E39. Hormigón premezclado para Zapatas de edificio $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Es el hormigón de determinada resistencia utilizado para la conformación de zapatas.

En el caso de este proyecto se utilizará hormigón con una resistencia de 210 kg/cm².

Una vez terminada la colocación del acero de refuerzo, trazado los niveles para facilitar la determinación del espesor de fundición, se procederá a colocar capas de hormigón en un espesor que permita un fácil y adecuado vibrado y compactación. Deberá hacerse el curado del hormigón.

Materiales y equipo

Se utilizarán los materiales especificados para el hormigón simple en la resistencia indicada.

Se

utilizará herramienta menor, concreteira.

Medida y pago

Medición y pago: Se lo hará por metro cúbico

E40. Contrapiso de hormigón simple $f'c=180$ kg/cm², e = 11 cm

Descripción y método

Sobre toda la plataforma a nivel de planta baja y en toda el área interior de la obra se deberá construir un piso conformado de la manera siguiente:

- Una capa de material de relleno que será previamente compactada
- La losa de hormigón simple de 180 kg/cm²., con 7 cm. de espesor.

Las pendientes definitivas se establecerán en los planos y de detalles constructivos preparados específicamente para esta obra, o por lo que establezca el fiscalizador.

Equipo y material

Se utilizarán procedimientos conforme las especificaciones técnicas preparadas para este caso y conforme lo recomienda el Código Ecuatoriano de la Construcción.

Las herramientas manuales serán las mismas que se emplean para la preparación de hormigones y además se utilizará concreteira de 1 saco.

Medición y pago

Las cantidades que se pagarán por este rubro serán el número de metros cuadrados medidos en su proyección horizontal, calculado de acuerdo con lo estipulado en el contrato de obra.

Las cantidades establecidas, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros específicos. Precios y pagos que constituirán la compensación total por el empleo de equipo, herramientas, mano de obra, materiales y operaciones conexas, necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

La unidad de medición es el metro cuadrado.

3.2 Superestructura de edificio de oficinas

E41. Acero de refuerzo para columnas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Previo a la colocación del acero deben revisarse las cantidades de varillas longitudinales y estribos que deben colocarse en las columnas, estos detalles se pueden observar en los planos estructurales.

El acero de refuerzo debe estar libre de escorias, grasa, arcilla, oxidación, pintura, o recubrimiento de cualquier material extraño que pueda reducir o no permitir una buena adherencia con el hormigón.

Todo el acero de refuerzo debe cumplir con las dimensiones establecidas, doblándolo en frío, colocado en obra como se especifica o se establece en los planos estructurales. Los estribos u otros hierros que estén en contacto con la armadura principal serán debidamente amarrados con alambre galvanizado número 18, a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

El hierro de refuerzo deberá ser corrugado y tener un límite de fluencia no menor a 4200 kg/cm².

Ningún hormigón podrá ser vaciado antes de que el fiscalizador haya inspeccionado y aprobado la colocación de la armadura.

En todas aquellas superficies de cimentación u otros miembros estructurales principales en los cuales se coloque el hormigón directamente sobre el suelo, la armadura tendrá un recubrimiento mínimo de 5 cm.

No se aceptará la reubicación o reajuste de armaduras durante la colocación del hormigón. El espaciamiento mínimo entre armaduras y los elementos embebidos en el hormigón, por ejemplo, tuberías será igual a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

Cuando sea necesario realizar traslapes se empleará las varillas a una longitud establecida en los planos estructurales y se sujetarán con alambre galvanizado. Se debe evitar cualquier traslape o unión de la armadura en puntos máximos de esfuerzo. Toda armadura será comprobada con las planillas de acero de refuerzo y los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con el fiscalizador.

Medida y Pago

Las cantidades que se pagarán por acero estructural serán en kg medidos en sitio, de acuerdo con lo establecido en los planos y aprobados por el fiscalizador las cantidades de acero se pagarán a los precios unitarios que conste en los documentos del contrato este pago

constituirá la compensación de mano de obra, equipo, herramientas, materiales y otras operaciones conexas necesarias para la ejecución del rubro.

La unidad de medición es el Kilogramo.

E42. Encofrado y desencofrado de columnas

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E43. Hormigón premezclado para columnas $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Una vez revisados los planos del proyecto, terminados los elementos en los que se apoya la columna, que los encofrados estén concluidos, debidamente nivelados y aplomados, colocado el acero de refuerzo, los chicotes, las instalaciones empotradas que pudieran estar consideradas, los andamios y debidamente humedecidos los encofrados, se iniciará la fundición hasta su culminación.

Eventualmente se darán golpes en la zona baja para lograr el descenso de la pasta con los agregados, evitando el fenómeno de segregación que puede presentarse en los puntos de arranque o en columnas de dimensiones mínimas. Se cuidará la plomada, la estabilidad del encofrado y la posición del acero de refuerzo. Una vez iniciado el proceso de fraguado deberá procederse inmediatamente al curado del hormigón.

Materiales y Equipo

Materiales, equipos y control de calidad: Se utilizará herramienta menor, concretera y vibrador.

Medida de pago

Medición y pago: El pago se lo hará en metros cúbicos

E44. Encofrado y desencofrado de vigas y viguetas

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E45. Hormigón premezclado para vigas $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Una vez revisados los planos del proyecto, terminados los elementos en los que se apoya la columna, que los encofrados estén concluidos, debidamente nivelados y aplomados, colocado el acero de refuerzo, los chicotes, las instalaciones empotradas que pudieran estar consideradas, los andamios y debidamente humedecidos los encofrados, se iniciará la fundición hasta su culminación.

Eventualmente se darán golpes en la zona baja para lograr el descenso de la pasta con los agregados, evitando el fenómeno de segregación que puede presentarse en los puntos de arranque o en columnas de dimensiones mínimas. Se cuidará la plomada, la estabilidad del encofrado y la posición del acero de refuerzo. Una vez iniciado el proceso de fraguado deberá procederse inmediatamente al curado del hormigón.

Materiales y Equipo

Materiales, equipos y control de calidad: Se utilizará herramienta menor, concretera y vibrador.

Medida de pago

Medición y pago: El pago se lo hará en metros cúbicos

E46. Acero de refuerzo para vigas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Previo a la colocación del acero deben revisarse las cantidades de varillas longitudinales y estribos que deben colocarse en las columnas, estos detalles se pueden observar en los planos estructurales.

El acero de refuerzo debe estar libre de escorias, grasa, arcilla, oxidación, pintura, o recubrimiento de cualquier material extraño que pueda reducir o no permitir una buena adherencia con el hormigón.

Todo el acero de refuerzo debe cumplir con las dimensiones establecidas, doblándolo en frío, colocado en obra como se especifica o se establece en los planos estructurales. Los estribos u otros hierros que estén en contacto con la armadura principal serán debidamente amarrados con alambre galvanizado número 18, a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

El hierro de refuerzo deberá ser corrugado y tener un límite de fluencia no menor a 4200 kg/cm².

Ningún hormigón podrá ser vaciado antes de que el fiscalizador haya inspeccionado y aprobado la colocación de la armadura.

En todas aquellas superficies de cimentación u otros miembros estructurales principales en los

cuales se coloque el hormigón directamente sobre el suelo, la armadura tendrá un recubrimiento mínimo de 5 cm.

No se aceptará la reubicación o reajuste de armaduras durante la colocación del hormigón. El espaciamiento mínimo entre armaduras y los elementos embebidos en el hormigón, por ejemplo, tuberías será igual a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

Cuando sea necesario realizar traslapes se empleará las varillas a una longitud establecida en los planos estructurales y se sujetarán con alambre galvanizado. Se debe evitar cualquier

traslape o unión de la armadura en puntos máximos de esfuerzo. Toda armadura será comprobada con las planillas de acero de refuerzo y los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con el fiscalizador.

Medida y Pago

Las cantidades que se pagarán por acero estructural serán en kg medidos en sitio, de acuerdo con lo establecido en los planos y aprobados por el fiscalizador las cantidades de acero se pagarán a los precios unitarios que conste en los documentos del contrato este pago constituirá la compensación de mano de obra, equipo, herramientas, materiales y otras operaciones conexas necesarias para la ejecución del rubro.

La unidad de medición es el Kilogramo.

E47. Encofrado y desencofrado de losa nervada en dos direcciones

Descripción y método

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista y conseguir una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones de los elementos especificados en planos y detalles del proyecto.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo

Materiales mínimos: tableros de madera (contrachapada de 15 mm de espesor tipo "B", de contrachapada para encofrado o de duelas de eucalipto: según la apariencia final y detalles determinados en planos), alfajías de madera, tiras de madera, duela cepillada y

machihembrada de 18 mm de espesor, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol. suelda, puntales de madera, los que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas para materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, puntales y vigas metálicos, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

Medición y pago

Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón (o bloques en losas) y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "m²". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

E48. Hormigón premezclado Loseta de compresión. $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Es el hormigón de determinada resistencia, que se lo utiliza para la conformación de loseta de compresión que requiere el uso de encofrados (parciales o totales) y acero de refuerzo. El objetivo es la construcción de los elementos de hormigón armado, especificados en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales y Equipos

Materiales mínimos: Cemento tipo Portland, arena lavada, ripio triturado, agua, aditivos y encofrados; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera, vibrador.

El hormigón cumplirá con lo indicado en los planos estructurales. El número de muestras necesarias serán mínimo 2 cilindros por cada 7 metros cúbicos de un elemento; y en ningún caso superiores a 40 unidades.

Medición y pago

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “m³”. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen real del rubro ejecutado.

E49. Hormigón premezclado nervios. f'c = 240 kg/cm²

Descripción y método

Es el hormigón de determinada resistencia, que se lo utiliza para la conformación de los nervios de losa, requiere el uso de encofrados (parciales o totales) y acero de refuerzo. El objetivo es la construcción de los elementos de hormigón armado, especificados en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales y Equipos

Materiales mínimos: Cemento tipo Portland, arena lavada, ripio triturado, agua, aditivos y encofrados; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concreteira, vibrador.

El hormigón cumplirá con lo indicado en los planos estructurales. El número de muestras necesarias serán mínimo 2 cilindros por cada 7 metros cúbicos de un elemento; y en ningún caso superiores a 40 unidades.

Medición y pago

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “m³”. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen real del rubro ejecutado.

E50. Acero de refuerzo para nervios $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción y método

Previo a la colocación del acero deben revisarse las cantidades de varillas longitudinales que deben colocarse en los nervios, estos detalles se pueden observar en los planos estructurales.

El acero de refuerzo debe estar libre de escorias, grasa, arcilla, oxidación, pintura, o recubrimiento de cualquier material extraño que pueda reducir o no permitir una buena adherencia con el hormigón.

Todo el acero de refuerzo debe cumplir con las dimensiones establecidas, doblándolo en frío, colocado en obra como se especifica o se establece en los planos estructurales. Los estribos u otros hierros que estén en contacto con la armadura principal serán debidamente amarrados con alambre galvanizado número 18, a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

El hierro de refuerzo deberá ser corrugado y tener un límite de fluencia no menor a 4200 kg/cm².

Ningún hormigón podrá ser vaciado antes de que el fiscalizador haya inspeccionado y aprobado la colocación de la armadura.

En todas aquellas superficies de cimentación u otros miembros estructurales principales en los cuales se coloque el hormigón directamente sobre el suelo, la armadura tendrá un recubrimiento mínimo de 4 cm.

No se aceptará la reubicación o reajuste de armaduras durante la colocación del hormigón. El espaciamiento mínimo entre armaduras y los elementos embebidos en el hormigón, por ejemplo, tuberías será igual a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

Cuando sea necesario realizar traslapes se empleará las varillas a una longitud establecida en los planos estructurales y se sujetarán con alambre galvanizado. Se debe evitar cualquier traslape o unión de la armadura en puntos máximos de esfuerzo. Toda armadura será comprobada con las planillas de acero de refuerzo y los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con el fiscalizador.

Medida y Pago

Las cantidades que se pagarán por acero estructural serán en kg medidos en sitio, de acuerdo con lo establecido en los planos y aprobados por el fiscalizador las cantidades de acero se pagarán a los precios unitarios que conste en los documentos del contrato este pago constituirá la compensación de mano de obra, equipo, herramientas, materiales y otras operaciones conexas necesarias para la ejecución del rubro.

La unidad de medición es el Kilogramo.

E51. Malla electrosoldada

Descripción y método

Suministro, corte, figuración, amarre y colocación de la malla electrosoldada para placas de contrapiso, entrepiso o cubierta, según las indicaciones que contienen los Planos Estructurales. El refuerzo y su colocación deben cumplir con la norma establecida. La malla electrosoldada se utilizará como refuerzo de temperatura, distribución de carga o retracción de fraguado, en losas o pisos de concreto o como refuerzo principal de acuerdo con los diseños o instrucciones de la Interventoría.

Equipo y Materiales

Materiales: Mallas electrosoldadas según referencias y especificaciones en planos estructurales. (NTC 2289 – ASTM)

Alambre negro No 18

Equipo: Equipo menor para corte, figuración y amarre del refuerzo.

Medida y Pago

Se medirá y pagará por kilos debidamente ejecutado y recibido a satisfacción por la interventoría. La medida se efectuará sobre los Planos Estructurales. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- Materiales
- Equipos y herramientas.
- Mano de obra.
- Transportes dentro y fuera de la obra.

La medida no incluirá el peso de alambres, o cualquier otro dispositivo metálico utilizado para mantener el refuerzo en

su lugar o para ejecutar los traslapes, ni el acero adicional resultante de la ejecución de los traslapes, el cual deberá

ser tenido en cuenta por el Contratista al hacer su propuesta

El precio unitario incluye el suministro, transporte, corte, doblaje, fijación y colocación de las mallas electrosoldadas en la forma especificada en los planos y recibidas a satisfacción de la Interventoría. Incluye además los materiales, equipos, herramientas, mano de obra,

ensayos y todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución de esta actividad.

Equipos de Nave Industrial

E52. Instalación de Puente Grúa

Descripción

El rubro consta del suministro, montaje y puesta en marcha del puente grúa junto con todos los componentes necesarios para su funcionamiento.

El proveedor proporcionará la línea del sistema de alimentación para la grúa, incluyendo un sistema feston fuerza y un sistema feston control, cada uno con 36 metros de longitud.

La estructura para el montaje del puente constará de 12 vigas carrileras cada una con una longitud de 12 metros, sobre las cuales se dispondrán 12 rieles de 60x30 con una longitud de 6 metros.

El puente grúa bitrocha tendrá 10 Ton de capacidad y una longitud de 13.8 metros, se incluyen las vigas testeras.

El polipasto y carro contarán con una capacidad de 10 Ton, serie 34L1NOW-DR2AG0, con una velocidad de izaje de 4/1.3 m/min, una velocidad de traslado de 16/4 m/min.

Se proporcionará un juego de ruedas conformador por: dos ruedas motoras con reductores y dos ruedas conducidas; con una velocidad de traslado de 12.5/3.2 m/min. Se proveerá un panel de control DRH4, una botonera colgante de 8 botones, 6 pulsadores bloque de contacto, 8 metros de cable autosoportante 16x1.5, un pulsador de emergencia tipo hongo.

Se incluirá el costo de transporte, instalación y puesta en marcha del sistema.

Medición y pago

La medición para el pago será de forma global por todo el paquete de equipos y herramientas necesarias para el funcionamiento del sistema, en función de las cantidades requeridas de cada elemento, sus dimensiones y demás características.

ANEXO 4: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDADES PRELIMINARES						
Código: E1						UNIDAD : M
RUBRO: INSTALACIÓN DE BARRERAS ACÚSTICAS						
DETALLE						
1. EQUIPOS						
CÓDIGO	EQUIPOS					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M						0,09
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
PEON		1,00	2,50	2,50	1,5000	3,75
MAESTRO MAYOR DE OBRA		0,08	5,90	0,47	1,5000	0,71
SUBTOTAL M						4,46
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
			(A)	(B)	C=A*B	
BARRERAS ACÚSTICAS 2X1,20	UNIDAD	1,000	2,100	2,10		
				SUBTOTAL P	2,10	
				SUBTOTAL N	4,46	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						6,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%						1,33
OTROS ESPECIFICOS						0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						7,98

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Código: E2							UNIDAD : U
RUBRO: OFICINA Y BODEGA TEMPORALES							
DETALLE							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
	PEON		2,00	2,50	5,00	1,5000	7,50
	MAESTRO MAYOR DE OBRA		0,08	5,90	0,47	1,5000	0,71
	ALBAÑIL CARPINTERO		1,00	3,50	3,50	1,5000	5,25
SUBTOTAL M							13,46
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
			(A)	(B)	C=A*B		
	CUARTONES		UNIDAD	1,500	3,500	5,25	
	TABLA DE DURA DE ENCOFRADO DE 0,2 M		UNIDAD	5,000	4,720	23,60	
	CLAVOS DE 2"		KG	0,400	2,00	0,80	
	PLANCHA DE ZINC		UNIDAD	1,000	22,000	22,00	
	VARIOS (BISAGRAS, ETC)		GLOBAL	1,000	2,50	2,50	
	CANDADO		UNIDAD	1,000	8,00	8,00	
SUBTOTAL P						62,15	
SUBTOTAL N						13,46	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							75,70
INDIRECTOS Y UTILIDADES						20,00%	15,14
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							90,84

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Código: E3							
RUBRO: DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO, INCLUYE REFORESTACIÓN							
DETALLE UNIDAD : M2							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR E20	hm	0,05	7,00	0,38	0,7500	0,28
	MOTOSIERRA A GASOLINA DE 2KW DE POTENCIA	hm	0,24	2,50	0,59	0,1000	0,06
SUBTOTAL M							0,44
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
	PEON		1,00	2,50	2,50	0,2000	0,50
	OPERADOR DE MAQUINARIA		0,40	4,50	1,80	0,3000	0,54
					SUBTOTAL N		1,04
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							1,48
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20,00%		0,30
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							1,77

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Código: E4							
RUBRO: TRAZADO Y REPLANTEO DE LA OBRA							
DETALLE							
UNIDAD : M2							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	TEODOLITO	HM	1,40	2,35	2,35	0,0224	0,05
SUBTOTAL M							0,15
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	TOPOGRAFO	HH	1,40	4,50	6,30	0,0224	0,14
	PEON	HH	4,20	2,50	10,50	0,0672	0,71
SUBTOTAL M							0,85
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
	CAL HIDRATADA		bls	0,050	5,400	0,27	
	CUARTÓN 4x2		UNIDAD	0,100	1,50	0,15	
	CLAVOS PEQUEÑOS 2, 2 1/2", 3", 3 1/2"		caja	0,010	63,830	0,64	
	TIRAS DE MADERA		UNIDAD	0,200	0,40	0,08	
SUBTOTAL P							1,14
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							2,13
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							0,43
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							2,56

ACTIVIDADES PRELIMINARES							
Código: E5							
RUBRO: NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA							
DETALLE							
UNIDAD : M2							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	TEODOLITO	HM	1,40	2,35	2,35	0,0224	0,05
SUBTOTAL M							0,15
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	0,01	2,50	0,03	1,5000	0,04	
CADENERO	HH	0,08	3,00	0,24	1,5000	0,36	
SUBTOTAL M							0,40
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
TIRAS 2.5X2,5X250	UNIDAD	0,200	0,380	0,08			
SUBTOTAL P							0,08
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							0,62
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							0,12
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							0,75

PREPARACIÓN DE TERRENO							
Código: E6							
RUBRO: EXCAVACIÓN DE ROCA Y DESALOJO DEL MATERIAL							
DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR E20	hm	0,03	7,00	0,18	0,6000	0,11
	CARGADORA FORNTAL	HM	0,20	7,50	1,50	0,6000	0,90
SUBTOTAL M							1,10
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,23	5,90	1,35	0,10	0,13
	PEON	HH	2,29	2,50	5,71	1,00	5,71
	OPERARIO DE MAQUINARIA	HH	0,50	6,50	3,25	0,2000	0,65
SUBTOTAL N							6,50
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							7,60
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20,00%	1,52	
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							9,12

MOVIMIENTO DE TIERRA							
Código: E7							
RUBRO: RELLENO CON MATERIAL PROPIO							
DETALLE							
UNIDAD : M3							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	MOTONIVELADORA	HH	0,03	56,00	1,68	1,0000	1,68
	RODILLO VIBRATORIO DOBLE TAMBOR	HH	0,03	30,00	0,90	1,0000	0,90
	VOLQUETA 8M3	HH	0,10	30,00	3,00	1,0000	3,00
	RETROEXCAVADORA 75HP	HH	0,03	35,00	1,05	1,0000	1,05
SUBTOTAL M							6,72
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,02	5,90	0,12	1,5000	0,18	
PEON	HH	0,07	2,50	0,18	1,5000	0,26	
MATERIALES	SUBTOTAL N						0,44
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							7,16
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20,00%	1,43	
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							8,60
VALOR PROPUESTO							8,60

MOVIMIENTO DE TIERRA							
Código: E8							
RUBRO: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO							
DETALLE							
UNIDAD : M3							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	PLANCHA VIBROPISONADORA	HORA	0,60	6,26	3,76	1,0000	3,76
SUBTOTAL M							3,85
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,20	4,35	0,87	1,5000	1,31	
PEON	HH	0,60	2,50	1,50	1,5000	2,25	
SUBTOTAL M				SUBTOTAL N			3,56
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
CASCAJO GRUESO	m3	1,250	7,500	9,38			
SUBTOTAL P				9,38			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							16,78
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							3,36
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							20,14
VALOR PROPUESTO							20,14

PREPARACIÓN DE TERRENO							
Código: E9							
RUBRO: EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN							
DETALLE							
UNIDAD : M3							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
	Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,23	4,35	1,00	1,5000	1,50
	PEON	HH	2,30	2,50	5,75	1,5000	8,63
SUBTOTAL N							10,13
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							10,22
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20,00%	2,04	
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							12,26

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E10							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA ZAPATAS DE NAVE INDUSTRIAL FY = 4200 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M							0,51
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P				0,85			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				1,46			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				0,29			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			

SUBESTRUCTURA							
Código: E11 RUBRO: ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA ZAPATAS DE NAVE INDUSTRIAL DETALLE							UNIDAD : M2
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	5,00	3,16	15,80	0,0100	0,16
SUBTOTAL M					SUBTOTAL M		0,16
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,07	5,90	0,41	1,5000	0,62	
MAESTRO CARPINTERO	HH	1,75	4,35	7,61	1,5000	11,42	
PEON	HH	0,57	2,50	1,43	1,5000	2,14	
SUBTOTAL M							13,56
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
TABLAS DURAS DE ENCOFRADO 0,30 M	UNIDAD	7,890	5,50	43,40			
CLAVOS	KG	0,150	1,030	0,15			
SUBTOTAL P							43,55
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							57,26
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20,00%	11,45	
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							68,72
VALOR PROPUESTO							68,72

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E12							
RUBRO: CONCRETO PREMEZCLADO PARA ZAPATAS DE NAVE INDUSTRIAL F'C=210 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : M3							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00	
ALBAÑIL	HH	1,00	3,50	3,50	1,5000	5,25	
SUBTOTAL M							20,25
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	119,520	119,52			
SUBTOTAL P							119,52
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							121,90
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							24,38
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							146,28
VALOR PROPUESTO							146,28

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E13							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA SUBESTRUCTURA DE NAVE INDUSTRIAL FY = 4200 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M				SUBTOTAL N			0,51
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P				0,85			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							1,46
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							0,29
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							1,75
VALOR PROPUESTO							1,75
VALOR PROPUESTO							1,75

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E14							
RUBRO: CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA DE CIMENTACIÓN F'C=280 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : M3							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,07	4,35	0,31	1,5000	0,47
	PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00
	ALBAÑIL	HH	1,00	3,50	3,50	1,5000	5,25
SUBTOTAL M							20,72
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
	HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	136,000	136,00		
SUBTOTAL P				136,00			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				138,38			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				27,68			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				166,06			
VALOR PROPUESTO				166,06			

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E15							
RUBRO: CONCRETO PREMEZCLADO PARA MUROS DE SOSTENIMIENTO F'C=280 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : M3							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,07	4,35	0,31	1,5000	0,47
	PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00
	ALBAÑIL	HH	1,00	3,50	3,50	1,5000	5,25
SUBTOTAL M							20,72
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
	HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	136,000	136,00		
				SUBTOTAL P	136,00		
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	159,10		
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	31,82		
				OTROS ESPECIFICOS	0,00		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	190,92		
				VALOR PROPUESTO	190,92		

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E16 RUBRO: HORMIGÓN SIMPLE DE ESCALERA DE SÓTANO F'C = 210 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11 p3	hm	1,00	4,53	4,53	1,0000	4,53
	VIBRADOR DE MANGUERA	hm	1,00	4,06	4,06	1,0000	4,06
SUBTOTAL M							8,68
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,50	5,90	2,95	1,5000	4,43	
ALBAÑIL	HH	6,00	3,50	21,00	1,5000	31,50	
PEON	HH	11,00	2,50	27,50	1,5000	41,25	
SUBTOTAL M							72,75
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
CEMENTO PORTLAND TIPO GU (42,5 kg)	bls	7,210	7,980	57,54			
ARENA	m3	0,650	13,50	8,78			
AGUA	m3	0,220	18,000	3,96			
RIPIO	m3	0,950	0,85	0,81			
SUBTOTAL P				71,08			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				152,51			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				30,50			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				183,02			
VALOR PROPUESTO				183,02			

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E17 RUBRO: ENCOFRADO DE LOSA FUERTE DETALLE							UNIDAD : M2
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,08	5,90	0,47	1,5000	0,71	
ALBAÑIL	HH	0,80	4,35	3,48	1,5000	5,22	
PEON	HH	0,80	2,50	2,00	1,5000	3,00	
SUBTOTAL M							8,22
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	kg	0,100	2,540	0,25			
CLAVOS	kg	0,140	1,03	0,14			
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0,30 M	UNIDAD	5,930	5,500	32,62			
SUBTOTAL P							33,01
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							41,33
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							8,27
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							49,59
VALOR PROPUESTO							49,59

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E18 RUBRO: CONCRETO PREMEZCLADO PARA LOSA FUERTE F'C=350 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,07	5,90	0,42	1,5000	0,64
	PEON	HH	4,00	3,00	12,00	1,5000	18,00
	ALBAÑIL	HH	2,00	4,35	8,70	1,5000	13,05
SUBTOTAL M							31,05
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	189,000	189,00			
SUBTOTAL P				189,00			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				222,43			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				44,49			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				266,92			
VALOR PROPUESTO				266,92			

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E19							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA MURO DE REACCIÓN FY = 4200 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M							0,51
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P							0,85
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							1,46
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							0,29
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							1,75
VALOR PROPUESTO							1,75
VALOR PROPUESTO							1,75

E

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E20							
RUBRO: ENCOFRADO DE MURO							
DETALLE							
UNIDAD : M2							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
	Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R
	MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,10	5,90	0,59	1,5000	0,89
	MAESTRO CARPINTERO	HH	2,00	4,35	8,70	1,5000	13,05
	PEON	HH	0,40	2,50	1,00	1,5000	1,50
SUBTOTAL M							14,55
MATERIALES							
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
			(A)	(B)	C=A*B		
	ALAMBRE GALVANIZADO No. 18	kg	0,220	2,540	0,56		
	CLAVOS	kg	0,120	1,03	0,12		
	TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0,30M	UNIDAD	4,500	5,500	24,75		
SUBTOTAL P							25,43
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							40,08
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							8,02
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							48,09
VALOR PROPUESTO							48,09

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: 21 RUBRO: CONCRETO PREMEZCLADO PARA MURO DE REACCIÓN F'C=350 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,07	5,90	0,42	1,5000	0,64	
PEON	HH	4,00	3,00	12,00	1,5000	18,00	
ALBAÑIL	HH	2,00	4,35	8,70	1,5000	13,05	
SUBTOTAL M							31,05
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	189,000	189,00			
SUBTOTAL P				189,00			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				222,43			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				44,49			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				266,92			
VALOR PROPUESTO				266,92			

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E22							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS DE NAVE INDUSTRIAL, INCLUYE MÉNSULAS FY = 4200 KG/CM2							
DETALLE UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M							0,51
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P				0,85			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				1,46			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				0,29			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			

SUBESTRUCTURA							
Código: E23 RUBRO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS, INCLUYE MÉNSULAS DETALLE							UNIDAD : M2
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,10	5,90	0,59	1,5000	0,89	
MAESTRO CARPINTERO	HH	2,20	4,35	9,57	1,5000	14,36	
PEON	HH	0,40	2,50	1,00	1,5000	1,50	
SUBTOTAL M							15,86
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE GALVANIZADO	kg	0,31	2,54	0,77			
CLAVOS	kg	0,250	1,03	0,26			
TABLA DURA DE ENCOFRADO	UNIDAD	5,160	5,500	28,38			
SUBTOTAL P				28,64			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				44,59			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				8,92			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				53,50			
VALOR PROPUESTO				53,50			

SUBESTRUCTURA							
Código: E24 RUBRO: HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA COLUMNAS, INCLUYE MÉNSULAS F'C=210 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00	
ALBAÑIL	HH	1,00	4,35	4,35	1,5000	6,53	
SUBTOTAL M							21,53
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	119,000	119,00			
SUBTOTAL P				119,00			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				142,91			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				28,58			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				171,49			
VALOR PROPUESTO				171,49			

SUBESTRUCTURA							
Código: E25 RUBRO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS DETALLE							UNIDAD : M2
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,16	5,90	0,94	1,5000	1,42	
MAESTRO CARPINTERO	HH	3,68	4,35	16,01	1,5000	24,01	
PEON	HH	0,89	2,50	2,23	1,5000	3,34	
SUBTOTAL M							27,35
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE GALVANIZADO	kg	0,89	2,54	2,26			
CLAVOS	kg	0,100	1,03	0,10			
TABLA DURA DE ENCOFRADO	UNIDAD	5,740	5,500	31,57			
SUBTOTAL P							31,67
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							59,12
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							11,82
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							70,94
VALOR PROPUESTO							70,94

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E26 RUBRO: ESCALERA DE H.A. F'C = 210 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11 p3	hm	1,00	4,53	4,53	1,0000	4,53
	VIBRADOR DE MANGUERA	hm	1,00	4,06	4,06	1,0000	4,06
SUBTOTAL M							8,68
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,50	5,90	2,95	1,5000	4,43	
ALBAÑIL	HH	6,00	3,50	21,00	1,5000	31,50	
PEON	HH	11,00	2,50	27,50	1,5000	41,25	
SUBTOTAL M							72,75
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
CEMENTO PORTLAND TIPO GU (42,5 kg)	bls	7,210	7,980	57,54			
ARENA	m3	0,650	13,50	8,78			
AGUA	m3	0,220	18,000	3,96			
RIPIO	m3	0,950	0,85	0,81			
SUBTOTAL P				71,08			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				152,51			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				30,50			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				183,02			
VALOR PROPUESTO				183,02			

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E27							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA ESCALERA FY = 4200 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M							0,51
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P				0,85			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				1,46			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				0,29			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			

E

SUPERESTRUCTURA							
Código: E28 RUBRO: SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	AMOLADORA ELÉCTRICA	HH	1,00	4,30	4,30	0,1100	0,47
	SOLDADORA ELÉCTRICA 300A	HH	1,00	1,98	1,98	0,1100	0,22
	EQUIPO DE CORTE	HH	1,00	1,54	1,54	0,1100	0,17
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,96
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	PEON	HH	0,11	2,50	0,28	1,5000	0,41
	MAESTRO PERFILERO	HH	0,11	4,40	0,48	1,5000	0,73
	MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,11	5,90	0,65	1,5000	0,97
SUBTOTAL M							1,70
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
	ANTICORROSIVO AZARCÓN		4000 cc	0,010	15,560	0,16	
	THINNER COMERCIAL		4000 cc	0,010	13,95	0,14	
	DISCO DE CORTE		UNIDAD	0,010	1,650	0,02	
	ACERO EN PERFIL		kg	1,050	1,05	1,10	
	ELECTRODO #7018		kg	0,050	2,34	0,12	
SUBTOTAL P							1,53
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							4,19
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							0,84
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							5,02
VALOR PROPUESTO							5,02

SUPERESTRUCTURA							
Código: E29							
RUBRO: PERNOS ASTM 325 1"							
DETALLE		UNIDAD : UNIDAD					
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	0,10	2,50	0,25	1,5000	0,38	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,05	5,90	0,30	1,5000	0,44	
SUBTOTAL M							0,44
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
PERNOS ASTM 325 1"	UNIDAD	1,000	1,250	1,25			
SUBTOTAL P							1,25
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							1,79
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							0,36
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							2,14
VALOR PROPUESTO							2,14

CUBIERTA DE GALPÓN							
Código: E30 RUBRO: CUBIERTA DE NAVE INDUSTRIAL DETALLE							UNIDAD : M2
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	ANDAMIO	HORA	2,00	1,00	2,00	0,0210	0,04
	CORTADORA	GLOBAL	1,00	2,25	2,25	0,0210	0,05
	MOTOSOLDADORA	GLOBAL	3,00	9,50	28,50	0,0210	0,60
SUBTOTAL M							0,78
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,05	5,90	0,30	1,5000	0,44
	PEÓN	HH	1,00	2,50	2,50	1,5000	3,75
	SOLDADOR	HH	0,25	4,35	1,09	1,5000	1,63
SUBTOTAL M							5,38
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
	PANEL ESTILOX 60 MM		m2	1,000	13,700	13,70	
	ELECTRODO #7018		kg	1,000	2,34	2,34	
	PERNO PERFORANTE		lb	0,100	7,000	0,70	
SUBTOTAL P							16,74
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							22,90
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							4,58
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							27,48
VALOR PROPUESTO							27,48

SUBESTRUCTURA							
Código: E31 RUBRO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS Y VIGUETAS DE NAVE INDUSTRIAL DETALLE							UNIDAD : M2
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,10	5,90	0,59	1,5000	0,89	
MAESTRO CARPINTERO	HH	2,20	4,35	9,57	1,5000	14,36	
PEON	HH	0,40	2,50	1,00	1,5000	1,50	
SUBTOTAL M				SUBTOTAL N			15,86
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE GALVANIZADO	kg	0,31	2,54	0,77			
CLAVOS	kg	0,250	1,03	0,26			
TABLA DURA DE ENCOFRADO	UNIDAD	6,710	5,500	36,91			
SUBTOTAL P							37,16
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							53,11
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							10,62
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							63,73
VALOR PROPUESTO							63,73

SUBESTRUCTURA							
Código: E32 RUBRO: HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA VIGAS Y VIGUETAS DE NAVE INDUSTRIAL F'C=210 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00	
ALBAÑIL	HH	1,00	4,35	4,35	1,5000	6,53	
SUBTOTAL M							21,53
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	119,000	119,00			
				SUBTOTAL P	119,00		
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	142,91		
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	28,58		
				OTROS ESPECIFICOS	0,00		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	171,49		
				VALOR PROPUESTO	171,49		

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E33							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS Y VIGUETAS DE LA NAVE INDUSTRIAL FY = 4200 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M							0,51
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P							0,85
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							1,46
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							0,29
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							1,75
VALOR PROPUESTO							1,75
VALOR PROPUESTO							1,75

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E34							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA MURO DE CONTENCIÓN FY = 4200 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M							0,51
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P							0,85
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							1,46
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							0,29
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							1,75
VALOR PROPUESTO							1,75
VALOR PROPUESTO							1,75

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E35							
RUBRO: ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE MURO DE CONTENCIÓN							
DETALLE							
UNIDAD : M2							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,10	5,90	0,59	1,5000	0,89	
MAESTRO CARPINTERO	HH	2,00	4,35	8,70	1,5000	13,05	
PEON	HH	0,40	2,50	1,00	1,5000	1,50	
SUBTOTAL M							14,55
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE GALVANIZADO No. 18	kg	0,220	2,540	0,56			
CLAVOS	kg	0,120	1,03	0,12			
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0,30M	UNIDAD	4,500	5,500	24,75			
SUBTOTAL P				25,43			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				40,08			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				8,02			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				48,09			
VALOR PROPUESTO				48,09			

SUBESTRUCTURA							
Código: E36 RUBRO: HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA MURO DE CONTENCIÓN F'C=240 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00	
ALBAÑIL	HH	1,00	4,35	4,35	1,5000	6,53	
SUBTOTAL M							21,53
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	122,050	122,05			
SUBTOTAL P							122,05
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							145,96
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							29,19
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							175,15
VALOR PROPUESTO							175,15

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E37							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA ZAPATAS DE EDIFICIO FY = 4200 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M							0,51
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P							0,85
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							1,46
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							0,29
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							1,75
VALOR PROPUESTO							1,75
VALOR PROPUESTO							1,75

SUBESTRUCTURA							
Código: E38 RUBRO: ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA ZAPATAS DE EDIFICIO DETALLE							UNIDAD : M2
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	5,00	3,16	15,80	0,0100	0,16
SUBTOTAL M							0,16
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,07	5,90	0,41	1,5000	0,62	
MAESTRO CARPINTERO	HH	1,75	4,35	7,61	1,5000	11,42	
PEON	HH	0,57	2,50	1,43	1,5000	2,14	
SUBTOTAL M							13,56
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
TABLAS DURAS DE ENCOFRADO 0,30 M	UNIDAD	7,890	5,50	43,40			
CLAVOS	KG	0,150	1,030	0,15			
SUBTOTAL P							43,55
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							57,26
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							11,45
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							68,72
VALOR PROPUESTO							68,72

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E39							
RUBRO: CONCRETO PREMEZCLADO PARA ZAPATAS DE EDIFICIO F'c=210 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : M3							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
	PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00
	ALBAÑIL	HH	1,00	3,50	3,50	1,5000	5,25
SUBTOTAL M							20,25
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
	HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	119,520	119,52		
				SUBTOTAL P	119,52		
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	142,15		
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	28,43		
				OTROS ESPECIFICOS	0,00		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	170,58		
				VALOR PROPUESTO	170,58		

SUBESTRUCTURA							
Código: E40 RUBRO: CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE F'C = 180 KG/CM2, e=11cm DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11 p3	hm	0,04	4,53	0,18	1,0000	0,18
SUBTOTAL M							0,28
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,04	5,90	0,24	1,5000	0,35	
ALBAÑIL	HH	0,37	3,50	1,30	1,5000	1,94	
PEON	HH	0,27	2,50	0,68	1,5000	1,01	
SUBTOTAL M							2,96
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
CEMENTO PORTLAND TIPO GU (42,5 kg)	bls	0,500	3,000	1,50			
HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	0,113	11,65	1,32			
AGUA	m3	0,017	1,340	0,02			
SUBTOTAL P							2,84
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							6,07
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20,00%		1,21
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							7,28
VALOR PROPUESTO							7,28

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E41 RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS DE EDIFICIO FY = 4200 KG/CM2 DETALLE							
						UNIDAD : KG	
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M							0,51
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P				0,85			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				1,46			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				0,29			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E42							
RUBRO: ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE COLUMNAS DE EDIFICIO							
DETALLE							
UNIDAD : M2							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,10	5,90	0,59	1,5000	0,89	
MAESTRO CARPINTERO	HH	2,20	4,35	9,57	1,5000	14,36	
PEON	HH	0,40	2,50	1,00	1,5000	1,50	
SUBTOTAL M							15,86
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE GALVANIZADO No. 18	kg	0,220	2,540	0,56			
CLAVOS	kg	0,120	1,03	0,12			
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0,30M	UNIDAD	5,160	5,500	28,38			
SUBTOTAL P				29,06			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				45,01			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				9,00			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				54,01			
VALOR PROPUESTO				54,01			

SUBESTRUCTURA							
Código: E43 RUBRO: HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA COLUMNAS DE EDIFICIO F'C=240 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00	
ALBAÑIL	HH	1,00	4,35	4,35	1,5000	6,53	
SUBTOTAL M							21,53
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	122,050	122,05			
SUBTOTAL P							122,05
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							145,96
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							29,19
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							175,15
VALOR PROPUESTO							175,15

SUBESTRUCTURA							
Código: E44 RUBRO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS DE EDIFICIO DETALLE							UNIDAD : M2
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,10	5,90	0,59	1,5000	0,89	
MAESTRO CARPINTERO	HH	2,20	4,35	9,57	1,5000	14,36	
PEON	HH	0,40	2,50	1,00	1,5000	1,50	
SUBTOTAL M							15,86
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE GALVANIZADO	kg	0,31	2,54	0,77			
CLAVOS	kg	0,250	1,03	0,26			
TABLA DURA DE ENCOFRADO	UNIDAD	6,710	5,500	36,91			
SUBTOTAL P							37,16
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							53,11
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							10,62
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							63,73
VALOR PROPUESTO							63,73

SUBESTRUCTURA							
Código: E45 RUBRO: HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA VIGAS DE EDIFICIO F'C=240 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00	
ALBAÑIL	HH	1,00	4,35	4,35	1,5000	6,53	
SUBTOTAL M							21,53
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	122,050	122,05			
SUBTOTAL P							122,05
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							145,96
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							29,19
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							175,15
VALOR PROPUESTO							175,15

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E46							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS DE OFICINA FY = 4200 KG/CM2							
DETALLE UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M							0,51
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P				0,85			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				1,46			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				0,29			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			

SUBESTRUCTURA							
Código: E47 RUBRO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA LOSA ALIGERADA 2D DETALLE							UNIDAD : M2
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,08	5,90	0,47	1,5000	0,71	
MAESTRO CARPINTERO	HH	1,76	4,35	7,66	1,5000	11,48	
PEON	HH	0,40	2,50	1,00	1,5000	1,50	
SUBTOTAL M							12,98
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE GALVANIZADO	kg	0,10	2,54	0,25			
CLAVOS	kg	0,100	1,03	0,10			
TABLA DURA DE ENCOFRADO	UNIDAD	5,150	5,500	28,33			
SUBTOTAL P							28,43
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							41,51
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							8,30
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							49,81
VALOR PROPUESTO							49,81

SUBESTRUCTURA							
Código: E48 RUBRO: HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA LOSETA DE COMPRESIÓN F'c=240 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00	
ALBAÑIL	HH	1,00	4,35	4,35	1,5000	6,53	
SUBTOTAL M							21,53
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	122,050	122,05			
SUBTOTAL P				122,05			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				145,96			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				29,19			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				175,15			
VALOR PROPUESTO				175,15			

SUBESTRUCTURA							
Código: E49 RUBRO: HORMIGÓN PREMEZCLADO PARA NERVIOS F'C=240 KG/CM2 DETALLE							UNIDAD : M3
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
	BOMBA	hm	0,08	8,00	0,64	1,0000	0,64
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1,25"	HM	0,36	4,53	1,65	1,0000	1,65
SUBTOTAL M							2,38
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	4,00	2,50	10,00	1,5000	15,00	
ALBAÑIL	HH	1,00	4,35	4,35	1,5000	6,53	
SUBTOTAL M							21,53
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
HORMIGÓN PREMEZCLADO	m3	1,000	122,050	122,05			
SUBTOTAL P							122,05
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							145,96
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							29,19
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							175,15
VALOR PROPUESTO							175,15

MURO DE REACCIÓN - LOSA FUERTE							
Código: E50							
RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA NERVIOS FY = 4200 KG/CM2							
DETALLE							
UNIDAD : KG							
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,05	4,35	0,22	1,5000	0,33	
OFICIAL	HH	0,05	2,50	0,13	1,5000	0,19	
SUBTOTAL M							0,51
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
ALAMBRE NEGRO #16	kg	0,050	0,790	0,04			
ACERO CORRUGADO fy =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,070	0,76	0,81			
SUBTOTAL P				0,85			
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				1,46			
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%				0,29			
OTROS ESPECIFICOS				0,00			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			
VALOR PROPUESTO				1,75			

LOSAS ALIGERADAS							
Código: E51 RUBRO: MALLA ELECTROSOLDADA DETALLE							UNIDAD : KG
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,00	5,90	0,02	1,5000	0,03	
OPERARIO	HH	0,03	4,35	0,14	1,5000	0,21	
OFICIAL	HH	0,03	2,50	0,08	1,5000	0,12	
SUBTOTAL M							0,33
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
MALLA ELECTROSOLDADA	pln	0,070	22,230	1,56			
SUBTOTAL P							1,56
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							1,98
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							0,40
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							2,38
VALOR PROPUESTO							2,38

SUPERESTRUCTURA							
Código: 52							
RUBRO: INSTALACIÓN DE PUENTE GRUA							
DETALLE		UNIDAD : GLOBAL					
EQUIPOS							
CÓDIGO	Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			A	B	AxB	R	D=C*R
	HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL	3,00	3,16	9,48	0,0100	0,09
SUBTOTAL M							0,09
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		(A)	(B)	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	HH	0,11	2,50	0,28	1,5000	0,41	
MAESTRO PERFILERO	HH	0,11	4,40	0,48	1,5000	0,73	
MAESTRO MAYOR DE OBRA	HH	0,11	5,90	0,65	1,5000	0,97	
SUBTOTAL M							1,70
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		(A)	(B)	C=A*B			
PUENTE GRUA 10 TON	GLOBAL	1,000	15200,000	15200,00			
POLIPASTO Y CARRO 10 TON	GLOBAL	1,000	14000,00	14000,00			
JUEGO DE RUEDAS	GLOBAL	1,000	6,160	6,16			
RIELES SOBRE VIGAS VIAJERA	UNIDAD	30,000	6,16	184,80			
VIGAS CARRILERAS (12 M)	UNIDAD	2,000	1100,00	2200,00			
RIELES SOBRE VIGAS CARRILERAS	UNIDAD	12,000	212,00	2544,00			
TRANSPORTA, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	GLOBAL	1,000	12000,00	12000,00			
SUBTOTAL P							46134,96
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)							46136,75
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%							9227,35
OTROS ESPECIFICOS							0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO							55364,11
VALOR PROPUESTO							55364,11

**ANEXO 5:
PRESUPUESTO
TOTAL**

Presupuesto global

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACTIVIDADES PRELIMINARES				\$11.345,93
Estructuras Temporales				\$1.091,40
Instalación de Barreras Acústicas	m	114	\$7,98	\$909,72
Oficinas y bodega temporales	UNIDAD	2	\$90,84	\$181,68
Topografía y Trazado				\$3.945,79
Desbroce y limpieza del terreno, incluye reforestación	m2.	517,82	\$1,77	\$916,54
Trazado y replaneto de obra	m2.	517,82	\$2,56	\$1.325,62
Nivelación topografica	m2.	517,82	\$3,29	\$1.703,63
Preparación de Terreno				\$6.308,74
Excavación en roca y desalojo de material	m3.	234,87	\$9,12	\$2.142,01
Relleno compactado con material propio	m3.	71,61	\$8,60	\$615,85
Relleno compactado con material importado	m3.	20,71	\$20,14	\$417,10
Excavación para cimentación	m3.	255,61	\$12,26	\$3.133,78
TOTAL				\$11.345,93

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	PRECIO UNITARIO	TOTAL
NAVE INDUSTRIAL				
ELEMENTOS ESTRUCTURALES				\$ 235.058,16
Subestructura				\$ 100.763,77
Acero de refuerzo para zapatas fy= 4200 kg/cm2	KG	53,288	\$ 1,75	\$ 93,25
Encofrado y desencofrado para zapatas	M2	4	\$ 68,72	\$ 274,88
Hormigón premezclado para zapatas f'c = 240 kg/cm2	M3	1,8	\$ 170,58	\$ 307,04
Acero de refuerzo para subestructura de muro de reacción fy = 4200 kg/cm2	KG	44774,14	\$ 1,75	\$ 78.354,75
Hormigón premezclado f'c = 280 kg/cm2 para la losa de cimentación	M3	49,14	\$ 190,36	\$ 9.354,29
Hormigón premezclado f'c = 280 kg/cm2 para muro de sostenimiento	M3	44,09	\$ 190,36	\$ 8.392,97
Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 para escalera de sótano	M3	1,84	\$ 183,02	\$ 336,76
Hormigón premezclado f'c = 350 kg/cm2 para losa fuerte	M3	73,6	\$ 49,59	\$ 3.649,82
Muro de Reacción				\$ 72.564,00
Acero de refuerzo para muro de reacción fy = 4200 kg/cm2	KG	12521,36	\$ 1,75	\$ 21.912,38
Encofrado de muro	M2	80	\$ 48,09	\$ 3.847,20
Hormigón premezclado f'c = 350 kg/cm2 para muro de reacción	M3	175,35	\$ 266,92	\$ 46.804,42
Superestructura				\$ 61.730,39
Acero de refuerzo para columnas, incluye ménsulas fy= 4200 kg/cm2	KG	5587,81	\$ 1,75	\$ 9.778,67
Encofrado y desencofrado para columnas, incluye ménsulas	M2	118,8	\$ 53,50	\$ 6.355,80
Hormigón premezclado para columnas, incluye ménsulas f'c = 210 kg/cm2	M3	12,55	\$ 171,49	\$ 2.152,20
Encofrado y desencofrado de escaleras	M2	8,04	\$ 70,94	\$ 570,36
Escalera de H.A. con f'c = 210 kg/cm2	M3	2,43	\$ 183,02	\$ 444,74
Acero de refuerzo de escaleras fy= 4200 kg/cm2	KG	266,96	\$ 1,75	\$ 467,18
Suministro Fabricación y montaje de acero estructural ASTM A 36	KG	6690,15	\$ 5,02	\$ 33.584,55
Pernos ASTM 325 1"	U	80	\$ 2,14	\$ 171,20
Instalación de cubierta de Nave Industrial	M2	225	\$ 27,48	\$ 6.183,00
Encofrado y desencofrado de vigas y viguetas de Nave Industrial	M2	15,45	\$ 63,73	\$ 226,81
Hormigón premezclado para vigas y viguetas de Nave Industrial con f'c = 210 kg/cm2	M3	4,69	\$ 171,49	\$ 804,29
Acero de refuerzo para vigas y viguetas de Nave Industrial fy= 4200 kg/cm2	KG	566,63	\$ 1,75	\$ 991,60
ARQUITECTURA				\$ 13.887,67
Albañilería				\$ 4.762,43
Mampostería de bloque pesada e=15cm	M2	88,80	\$ 15,07	\$ 1.337,82
Enlucido Interior	M2	44,40	\$ 11,03	\$ 489,68
Enlucido exterior	M2	44,40	\$ 12,41	\$ 550,79
Mesones de hormigón e=0.10m con encofrado, A=0.70m	M	7,25	\$ 51,64	\$ 374,37
Empaste y pintura interior	M2	44,40	\$ 6,70	\$ 297,38
Empaste y pintura exterior	M2	44,40	\$ 8,14	\$ 361,41
Hormigón Simple f'c=210 kg/cm2 ,e=10 cm (rampa)	M2	70,77	\$ 19,09	\$ 1.350,98
Acabados				\$ 3.376,42
Cerramiento de Malla Triple Galvanizada. H=3m	ML	62,06	\$ 54,41	\$ 3.376,42
Carpintería				\$ 5.748,82
Puerta batiente de aluminio (Emergencia)	M2	2,31	\$ 85,72	\$ 198,02
Suministro e instalación de puertas enrollables	M2	72,48	\$ 61,24	\$ 4.438,99
Pasamano de aluminio	M	18,76	\$ 59,26	\$ 1.111,80
INSTALACIÓN ELÉCTRICA				\$ 2.016,70
Instalación eléctrica				\$ 1.424,44
Tomacorriente 110V, incluye tuberías, accesorios y conducto	Pt	4	\$ 59,08	\$ 236,31
Tomacorriente 220V Aire Acondicionado	Pt	2	\$ 80,99	\$ 161,98
Tomacorriente 440V, , incluye tuberías, accesorios y conducto	Pt	2	\$ 160,09	\$ 320,18
Punto de luz	Pt	5	\$ 64,42	\$ 322,12
Tablero trifásico 20 puntos incl. Instalación breakers	U	1	\$ 383,85	\$ 383,85
Luminaria				\$ 592,26
Luminaria LED High Bay 110/240V 200W	U	5	\$ 118,45	\$ 592,26
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA				\$ 2.008,01
Instalaciones de agua potable				\$ 105,01
Punto de agua fría 1/2" roscable inc. Accesorios	Pt	1	\$ 23,40	\$ 23,40
Tuberías PVC 1/2" roscable inc. Accesorios	ML	5,45	\$ 14,97	\$ 81,61
Instalaciones desague				\$ 253,05
Punto de desague en PVC 75mm	Pt	1	\$ 57,24	\$ 57,24
Tubería 110mm	ML	4,62	\$ 17,05	\$ 78,79
Tubería 75 mm	ML	3,35	\$ 12,18	\$ 40,79
Caja de registro 80x80x100	U	1	\$ 76,23	\$ 76,23
Instalaciones desague agua lluvia				\$ 1.486,82
Canal de recolector de agua lluvia	Ml	34,02	\$ 29,19	\$ 993,02
Bajante agua lluvia PVC 110 mm	Ml	19,8	\$ 17,24	\$ 341,33
Caja de registro Aguas Lluvias 80x80x100	U	2	\$ 76,23	\$ 152,46
Piezas Sanitarias				\$ 163,13
Fregadero	U	1	\$ 163,13	\$ 163,13
EQUIPOS				\$ 519.487,80
Equipos del Laboratorio de estructuras				\$ 461.529,41
Sistema electrohidráulico y equipos complementarios	GLB	1	\$ 459.988,08	\$ 459.988,08
General Purpose LVDT SE HR500	U	1	\$ 1.541,33	\$ 1.541,33
Equipo del área de construcción y materiales				\$ 2.594,39
Máquina Concretera Tipo Trompo 1.5 sacos	U	1	\$ 2.594,39	\$ 2.594,39
Sistema de Puente Grúa				\$ 55.364,00
Instalación de Puente Grúa y Vigas Carrileras	GLB	1	\$ 55.364,00	\$ 55.364,00
MOBILIARIOS				\$ 1.397,67
Mobiliarios				\$ 744,13
Gabinete (tablero, repisas y puertas)	U	10	\$ 74,41	\$ 744,13
Seguridad				\$ 653,54
Extintor de incendios C02 10 lb	U	1	\$ 97,07	\$ 97,07
Accesorios de Seguridad	U	1	\$ 556,48	\$ 556,48
TOTAL				\$ 785.201,94
PRECIO POR m2				\$ 3.830,25

Presupuesto global

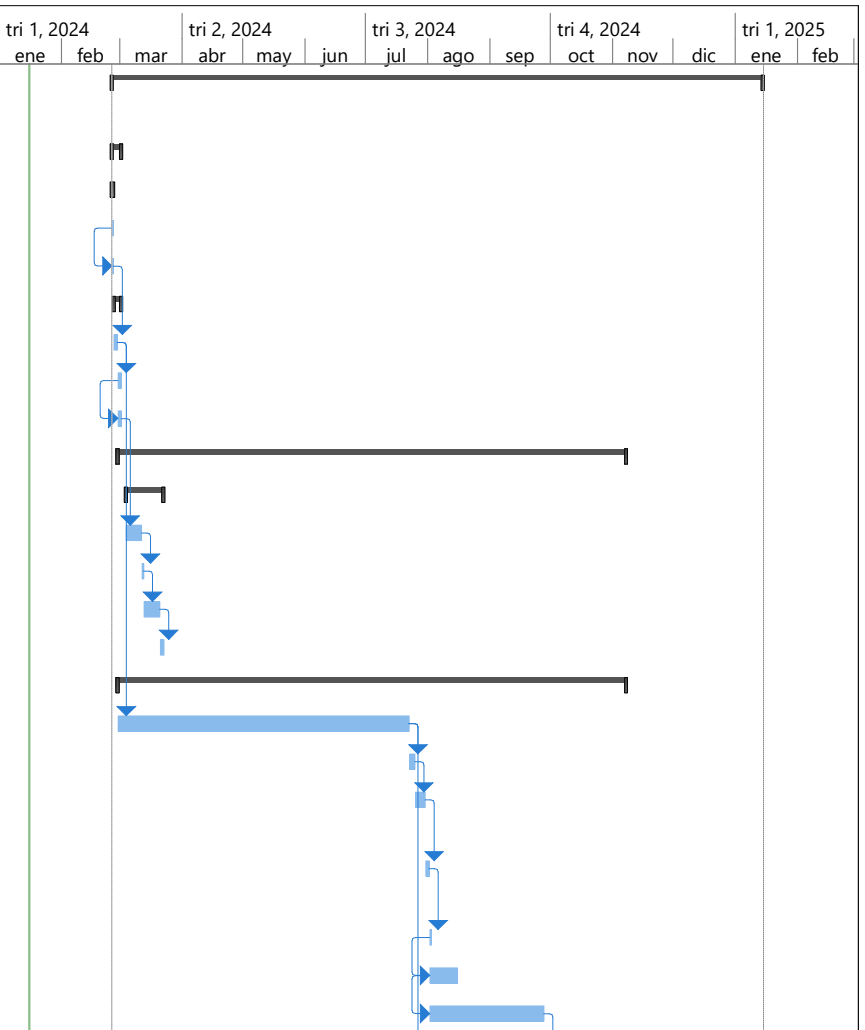
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	PRECIO UNITARIO	TOTAL
EDIFICIO				
ELEMENTOS ESTRUCTURALES				\$ 57.471,81
Subestructura				\$ 23.958,05
Acero de refuerzo para muro de contención fy= 4200 kg/cm2	KG	1816,56	\$ 1,51	\$ 2.743,01
Encofrado y desencofrado para muro de contención	M2	48,24	\$ 191,92	\$ 9.258,22
Hormigón premezclado para muro de contención f'c = 240 kg/cm2	M3	41,29	\$ 191,92	\$ 7.924,38
Acero de refuerzo para zapatas fy= 4200 kg/cm2	KG	213,152	\$ 10,70	\$ 2.280,73
Encofrado y desencofrado para zapatas	M2	16	\$ 21,25	\$ 340,00
Hormigón premezclado para zapatas f'c = 240 kg/cm2	M3	7,2	\$ 191,92	\$ 1.381,82
Contrapiso de hormigón f'c = 180 kg/cm2, e = 11 cm	M3	19,8	\$ 1,51	\$ 29,90
Superestructura				\$ 33.513,75
Acero de refuerzo para columnas fy= 4200 kg/cm2	KG	2489,37	\$ 1,75	\$ 4.356,40
Encofrado y desencofrado de columnas	M2	60	\$ 54,01	\$ 3.240,60
Hormigón premezclado para columnas f'c = 240 kg/cm2	M3	7,14	\$ 175,15	\$ 1.250,57
Encofrado y desencofrado de vigas y viguetas	M2	77,25	\$ 63,73	\$ 4.923,14
Hormigón premezclado para vigas f'c = 240 kg/cm2	M3	10,87	\$ 175,15	\$ 1.903,88
Acero de refuerzo para vigas fy=4200 kg/cm2	KG	1646,44	\$ 1,75	\$ 2.881,27
Encofrado y desencofrado de losa nervada en dos direcciones	M2	180	\$ 49,81	\$ 8.965,80
Hormigón premezclado Loseta de compresión. f'c = 240 kg/cm2	M3	9	\$ 175,15	\$ 1.576,35
Hormigón premezclado nervios. f'c = 240 kg/cm2	M3	5,85	\$ 175,15	\$ 1.024,63
Acero de refuerzo para nervios fy= 4200 kg/cm2	KG	1529,78	\$ 1,75	\$ 2.677,12
Malla electrosoldada fy = 4200 kg/cm2	KG	300	\$ 2,38	\$ 714,00
ARQUITECTURA				\$ 18.840,51
Albañilería				\$ 8.879,52
Mampostería de bloque pesada e=10cm	M2	214,73	\$ 14,58	\$ 3.131,82
Enlucido Interior	M2	182,02	\$ 11,03	\$ 2.007,47
Enlucido exterior	M2	32,71	\$ 12,41	\$ 405,78
Mesones de hormigón e=0.10m con encofrado, A=0.70m	M	9,82	\$ 51,64	\$ 507,08
Empaste y pintura interior	M2	182,02	\$ 6,70	\$ 1.219,11
Empaste y pintura exterior	M2	32,71	\$ 8,14	\$ 266,25
Hormigón Simple f'c=210 kg/cm2 ,e=10 cm (aceras y rampa)	M2	70,30	\$ 19,09	\$ 1.342,01
Acabados				\$ 2.822,61
Tumbado Gypsum Placa Standard NT=2.55m	M2	59,39	\$ 19,41	\$ 1.152,78
Porcelanato para pisos, 50x50 cm	M2	35,83	\$ 30,60	\$ 1.096,38
Cerámica para pisos, 30x30 cm	M2	23,56	\$ 24,34	\$ 573,46
Carpintería				\$ 7.138,38
Suministro e instalación de ventana en perfil de aluminio/vidrio abatiente, e=6mm	M2	9,62	\$ 91,40	\$ 879,31
Mampara (Aluminio y Vidrio) instalada	M2	6,25	\$ 116,81	\$ 730,05
Puerta batiente de aluminio (duchas, bodega, cuarto de curado)	M2	15,15	\$ 85,72	\$ 1.298,72
Puerta de aluminio y vidrio e= 4mm	M2	5,43	\$ 86,60	\$ 470,26
Puerta corredizas de aluminio para baño	M2	4	\$ 81,80	\$ 327,22
Puerta de vidrio templado e=10mm	M2	7,65	\$ 268,23	\$ 2.051,96
Pasamano de aluminio	M	23,3	\$ 59,26	\$ 1.380,86
INSTALACIÓN ELÉCTRICA				\$ 5.614,33
Instalación eléctrica				\$ 4.192,53
Tomacorriente 110V, incluye tuberías, accesorios y conducto	Pt	10	\$ 59,08	\$ 590,77
Tomacorriente 220V Aire Acondicionado	Pt	7	\$ 80,99	\$ 566,92
Punto de luz	Pt	43	\$ 64,42	\$ 2.770,20
Tablero distribución monofásico (provisión y montaje)	U	1	\$ 264,65	\$ 264,65
Luminaria				\$ 1.421,80
Luminaria Panel LED Baflight 36W	U	13	\$ 37,81	\$ 491,56
Luminaria Plafon LED empotrado circular 9.5 W	U	26	\$ 29,08	\$ 755,99
Luminaria Panel LED Backlight Rectangular -36W	U	4	\$ 43,56	\$ 174,24
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA				\$ 3.928,56
Instalaciones de agua potable				\$ 887,03
Punto de agua fría 1/2" roscable inc. Accesorios	Pto	8	\$ 23,40	\$ 187,22
Tuberías PVC 1/2" roscable inc. Accesorios	ML	33,17	\$ 14,97	\$ 496,67
Tuberías PVC 3/4" roscable inc. Accesorios	ML	15,27	\$ 10,36	\$ 158,13
Llave de paso 3/4"	U	1	\$ 17,23	\$ 17,23
Llave de control 1/2"	U	2	\$ 13,89	\$ 27,78
Instalaciones desague				\$ 1.183,72
Punto de desague en PVC 110mm	Pt	2	\$ 68,11	\$ 136,22
Punto de desague en PVC 75mm	Pt	4	\$ 57,24	\$ 228,95
Punto de desague en PVC 50mm	Pt	2	\$ 46,42	\$ 92,84
Tubería 110mm	ML	22,56	\$ 17,05	\$ 384,75
Tubería 75 mm	ML	18,19	\$ 12,18	\$ 221,49
Caja de registro 80x80x100	U	1	\$ 76,23	\$ 76,23
Punto de ventilación	Pt	2	\$ 21,62	\$ 43,24
Instalaciones desague agua lluvia				\$ 565,64
Canal de recolector de agua lluvia	MI	15,06	\$ 29,19	\$ 439,59
Bajante agua lluvia PVC 110 mm	MI	2,89	\$ 17,24	\$ 49,82
Caja de registro Aguas Lluvias 80x80x100	U	1	\$ 76,23	\$ 76,23
Piezas Sanitarias				\$ 1.292,16
Fregadero	U	1	\$ 163,13	\$ 163,13
Lavamanos	U	2	\$ 171,81	\$ 343,62
Duchas	U	2	\$ 57,00	\$ 114,01
Inodoros	U	2	\$ 275,25	\$ 550,50
Rejilla de diseño de 60 x 8cm trampa	U	1	\$ 107,79	\$ 107,79
Grifo-Cuarto de Curado	U	1	\$ 13,12	\$ 13,12

Presupuesto global

EQUIPOS					\$ 21.816,81
Equipos del Taller					\$ 13.790,23
Amoladora 9Pulg 2200w, 110v	U	1	\$	163,19	\$ 163,19
Soldadora Equipo Oxicorte 6 mm-22 Linde	U	1	\$	1.023,60	\$ 1.023,60
Cortadora por plasma Portátiles	U	1	\$	2.016,00	\$ 2.016,00
Taladro de Pedestal Banco 5/8 Profesional 3/4 Hp 120v	U	1	\$	420,00	\$ 420,00
Soldadora Multiprocesos 460/575 V	U	1	\$	6.479,84	\$ 6.479,84
Compresor de aire 3.7 Hp, 227 Litros	U	1	\$	3.342,00	\$ 3.342,00
Cortadora/Tronzadora 5.5Hp, Modelo D28715 Disco 14	U	1	\$	345,60	\$ 345,60
Equipos del cuarto de curado					\$ 8.026,57
Equipo para la preparación del cuarto controlado de temperatura y humedad	GLB	1	\$	8.026,57	\$ 8.026,57
MOBILIARIOS					\$ 15.543,91
Mobiliarios de Oficinas					\$ 11.241,17
Equipo de Aire acondicionado (suministro y colocación) 12000BTU	U	3	\$	273,92	\$ 821,75
Escritorio	U	6	\$	153,12	\$ 918,72
Silla de oficina Ejecutivo Giratoria Ergonomica(incluye envio)	U	11	\$	332,10	\$ 3.653,10
Impresora	U	2	\$	466,80	\$ 933,60
Computadora de escritorio	U	5	\$	982,80	\$ 4.914,00
Mobiliarios de Sala de Reunión					\$ 1.065,98
Mesas para Sala de reunión	U	1	\$	804,00	\$ 804,00
Estante para sala de reunion	U	1	\$	261,98	\$ 261,98
Mobiliarios de Taller					\$ 3.080,89
Gabinete de herramientas	U	1	\$	782,47	\$ 782,47
Mesas de acero	U	1	\$	204,00	\$ 204,00
Herramientas de Taller de Construcción	GLB	1	\$	1.201,46	\$ 1.201,46
Gabinete (tablero, repisas y puertas)	U	12	\$	74,41	\$ 892,95
Seguridad					\$ 155,87
Extintor de incendios C02 10 lb	U	1	\$	97,07	\$ 97,07
Botiquín de primeros auxilios	U	1	\$	58,80	\$ 58,80
TOTAL					\$ 123.215,92
				PRECIO POR m2	\$ 684,53

Anexo 6: Cronograma de Obra

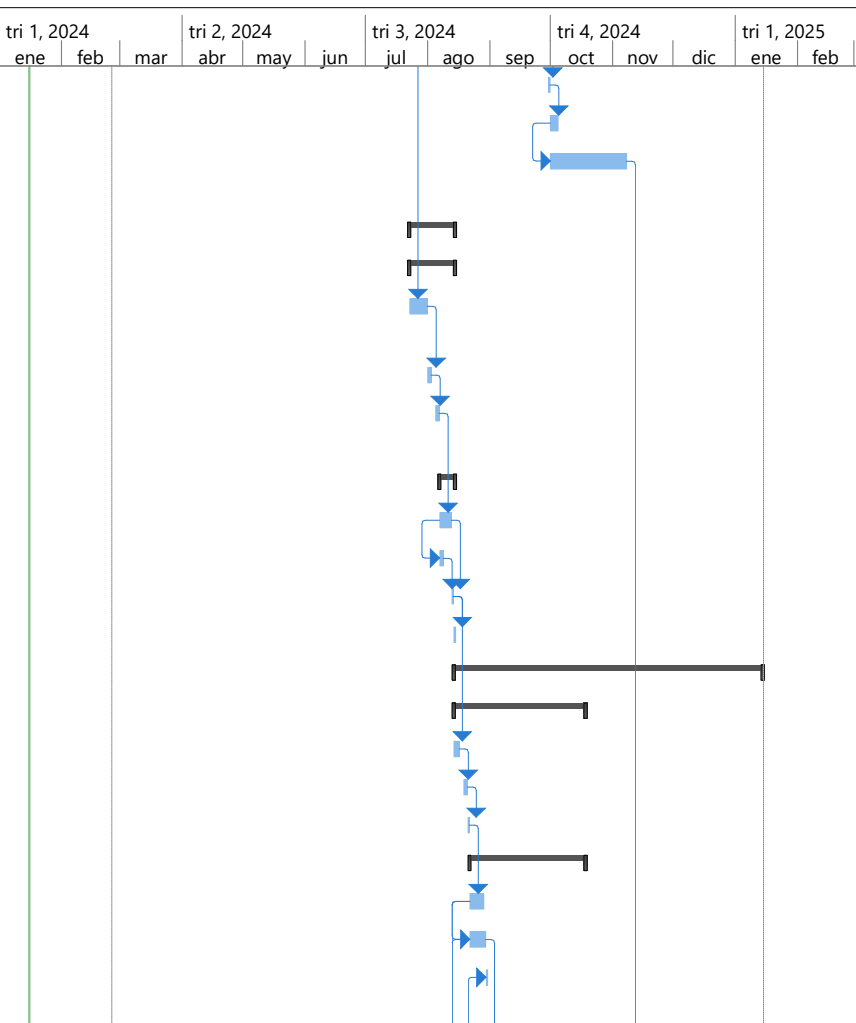
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Predeceso	tri 1, 2024		tri 2, 2024			tri 3, 2024			tri 4, 2024			tri 1, 2025	
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene
1		Construcción del Laboratorio Multidisciplinario de la carrera de Ingeniería Civil para FICT-ESPOL	223 días														
2		Actividades preliminares	5 días														
3		Estructuras Temporales	1 día														
4		Instalación de barreras acústicas	1 día														
5		Oficinas y bodegas temporales	1 día	4CC													
6		Topografía y trazado	4 días														
7		Desbroce y limpieza del terreno, incluye reforestación	2 días	5													
8		Trazado y replanteo	2 días	7													
9		Nivelación topográfica	2 días	8CC													
10		Sub estructura	174 días														
11		Preparación de terreno	15 días														
12		Excavación en roca y desalojo de material	6 días	9													
13		Relleno compactado con material propio	1 día	12													
14		Relleno compactado de material importado	6 días	13													
15		Excavación para cimentación	2 días	14													
16		Muro de reacción- losa fuerte	174 días														
17		Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	100 días	7													
18		Encofrado de muro	3 días	17													
19		Hormigón premezclado f'c= 280 kg/cm2 para la losa de cimentación	3 días	18													
20		Hormigón premezclado f'c= 280 kg/cm2 para muro de sostenimiento	2 días	19													
21		Hormigón simple f'c= 210 kg/cm2 para escalera	1 día	20													
22		Ducto metálico galvanizado 4" 2.1 mm	9 días	21CC													
23		Acero de prefuerzo fpu=270 psi	40 días	22CC													



Proyecto: Cronograma Actual
Fecha: mar 16/1/24

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Predeceso	tri 1, 2024			tri 2, 2024			tri 3, 2024			tri 4, 2024			tri 1, 2025	
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb
24	→	Encofrado de losa fuerte	1 día	23														
25	→	Hormigón premezclado de f'c= 350 kg/cm2 para losa	4 días	24														
26	→	Hormigón premezclado de f'c= 350 kg/cm2 para muro de reacción	25 días	25CC														
27	→	Cimentación	16 días															
28	→	Muro de contención	16 días															
29	→	Acero de refuerzo para muro de contención fy=4200 kg/cm2	7 días	17														
30	→	Encofrado y desencofrado para muro de contención	2 días	29														
31	→	Hormigón premezclado para muro de contención f'c=240 kg/cm2	2 días	30														
32	→	Zapata-Edificio	5 días															
33	→	Acero de refuerzo para zapatas fy= 4200 kg/cm2	3 días	31														
34	→	Encofrado y desencofrado de zapatas	2 días	33CC														
35	→	Hormigón premezclado para zapatas f'c=240 kg/cm2	1 día	34;33														
36	→	Contrapiso de hormigón f'c= 180 kg/cm2	1 día	35														
37	→	Superestructura	105 días															
38	→	Columnas del Edificio	47 días															
39	→	Acero de refuerzo para columna	3 días	35														
40	→	Encofrado y desencofrado de columnas	2 días	39														
41	→	Hormigón premezclado para columnas f'c=240 kg/cm2	1 día	40														
42	→	Vigas-Edificio	41 días															
43	→	Encofrado y desencofrado de vigas	5 días	41														
44	→	Acero de refuerzo para vigas fy=4200 kg/cm2	6 días	43CC														
45	→	Hormigón premezclado para vigas f'c=240 kg/cm2	1 día	50CC														



Proyecto: Cronograma Actual
Fecha: mar 16/1/24

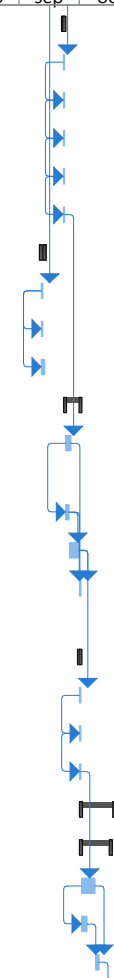
Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Predeceso	tri 1, 2024			tri 2, 2024			tri 3, 2024			tri 4, 2024			tri 1, 2025	
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb
46		Losa Nervada en 2 direcciones	8 días															
47		Encofrado y desencofrado de nervada en dos direcciones	8 días	43CC														
48		Acero de refuerzo para nervios fy=4200 kg/cm2	5 días	44CC														
49		Malla electrosolada fy=4200 kg/cm2	1 día	48														
50		Hormigón premezclado para nervios f'c 240 kg/cm2	1 día	49;48;44														
51		Hormigón premezclado para loseta de compresión f'c 240 kg/cm2	1 día	50CC														
52		Albañilería -Edificio	9 días															
53		Mampostería de bloque e=10 cm	5 días	50;51														
54		Mesones de hormigón e=10 cm con encofrado A=	3 días	53														
55		Enlucido interior	4 días	53														
56		Enlucido exterior	3 días	55CC														
57		Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 (aceras y rampa)	4 días	56CC														
58		Instalaciones Hidrosanitarias	8 días															
59		Agua Potable	4 días															
60		Punto de agua fría 1/2" roscable inc. Accesorio	4 días	55														
61		Tuberías PVC 3/4" roscable inc. Accesorios	4 días	60CC														
62		Llave de paso 3/4"	1 día	61CC														
63		Llave de control 1/2"	1 día	62CC														
64		Desague	6 días															
65		Punto de desague en PVC 110mm	4 días	63														
66		Punto de desague en PVC 75mm	2 días	65CC														
67		Punto de desague en PVC 50mm	2 días	66CC														
68		Caja de registro 80x80x100	2 días	60CC														
69		Punto de ventilación	1 día	65;66;67														

Proyecto: Cronograma Actual
Fecha: mar 16/1/24

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Predeceso	tri 1, 2024			tri 2, 2024			tri 3, 2024			tri 4, 2024			tri 1, 2025	
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb
70		Piezas sanitarias	1 día															
71		Fregadero	1 día	69														
72		Lavamanos	1 día	71CC														
73		Duchas	1 día	72CC														
74		Inodoros	1 día	73CC														
75		Grifo	1 día	74CC														
76		Desague agua lluvias -Edificio	2 días															
77		Canal de recolector de agua lluvia	1 día	56														
78		Bajante agua lluvia PVC 110 mm	1 día	77CC														
79		Caja de registro de aguas lluvias	2 días	77CC														
80		Instalaciones Eléctricas-Edificio	6 días															
81		Tomacorriente 110V, incluye tuberías, accesorios y conducto	3 días	75														
82		Tomacorriente 220V Aire Acondicionado	2 días	81CC														
83		Punto de luz	3 días	82														
84		Tablero distribución monofásico (provisión y montaje)	1 día	81;82;83														
85		Luminarias	1 día															
86		Instalación de luminaria Panel LED Baclight	1 día	83														
87		Instalación de luminaria Plafon LED empotrado	1 día	86CC														
88		Instalación de luminaria Panel LED Backlight R	1 día	87CC														
89		Arquitectura	12 días															
90		Acabados-Edificio	10 días															
91		Empaste y pintura interior	5 días	88														
92		Empaste y pintura exterior	3 días	91CC														
93		Tumbado Gypsum Placa Standard NT=2.55m	2 días	92;91														



Proyecto: Cronograma Actual
Fecha: mar 16/1/24

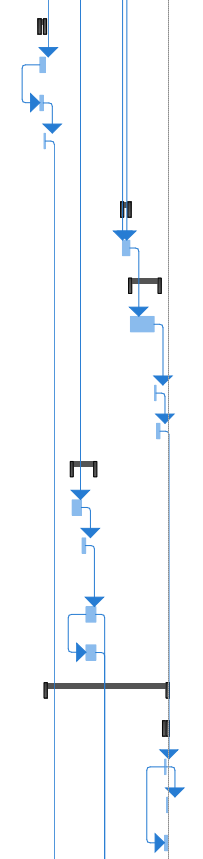
Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Predeceso	tri 1, 2024			tri 2, 2024			tri 3, 2024			tri 4, 2024			tri 1, 2025	
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb
94	→	Porcelanato para pisos, 50x50 cm	3 días	93														
95	→	Cerámica para pisos, 30x30 cm	3 días	94CC														
96	→	Carpintería	2 días															
97	→	Suministro e instalación de ventana en perfil de aluminio/vidrio batiente, e=6mm	1 día	95														
98	→	Puerta batiente de aluminio	1 día	97CC														
99	→	Puerta de aluminio y vidrio e= 4mm	1 día	98CC														
100	→	Puerta corredizas de aluminio para baño	1 día	99CC														
101	→	Puerta de vidrio templado e=10mm	1 día	99														
102	→	Sub estructura	2 días															
103	→	Cimentación	2 días															
104	→	Zapata-Nave Industrial	2 días															
105	→	Acero de refuerzo para zapatas fy= 4200 kg/cm2	1 día	26														
106	→	Encofrado y desencofrado de zapatas	2 días	105CC														
107	→	Hormigón premezclado para zapatas f'c=240 kg/c	1 día	106CC														
108	→	Contrapiso de hormigón f'c= 180 kg/cm2	1 día	107														
109	→	Superestructura	44 días															
110	→	Columnas de la Nave Industrial	12 días															
111	→	Acero de refuerzo para columna, incluye ménsula	6 días	108														
112	→	Encofrado y desencofrado de columnas, incluye m	3 días	111														
113	→	Hormigón premezclado para columnas, incluye ménsula f'c=240 kg/cm2	3 días	112														
114	→	Vigas y viguetas	17 días															
115	→	Encofrado y desencofrado de vigas y viguetas	10 días	113														
116	→	Acero de refuerzo para vigas fy=4200 kg/cm2	5 días	115														
117	→	Acero de refuerzo para viguetas fy=4200 kg/cm2	5 días	116CC														

Proyecto: Cronograma Actual
Fecha: mar 16/1/24

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

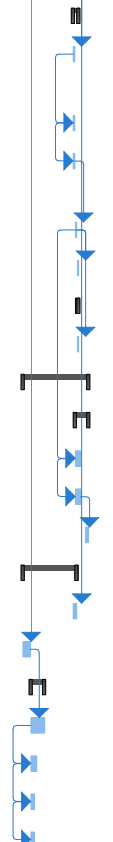
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Predeceso	tri 1, 2024			tri 2, 2024			tri 3, 2024			tri 4, 2024			tri 1, 2025	
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb
118	→	Hormigón premezclado para vigas f'c=240 kg/cm2	2 días	117														
119	→	Hormigón premezclado para viguetas f'c 210 kg/cm2	1 día	118CC														
120	→	Escalera	3 días															
121	→	Encofrado y desencofrado de escalera	3 días	108														
122	→	Acero de refuerzo para escalera fy=4200 kg/cm2	2 días	121CC														
123	→	Hormigón premezclado para escalera f'c=210 kg/cm2	1 día	122														
124	→	Puente Grúa	3 días															
125	→	Instalación del Puente Grúa	3 días	117;118														
126	→	Cubierta Metálica	10 días															
127	→	Suministro, fabricación y montaje de acero estructural ASTM A36	7 días	125														
128	→	Pernos ASTM-325 1"	1 día	127														
129	→	Instalación de cubierta de Nave Industrial	2 días	128														
130	→	Albañilería	8 días															
131	→	Mampostería de bloque e=15 cm	3 días	113														
132	→	Mesones de hormigón e=10 cm con encofrado A=0.70cm	2 días	131														
133	→	Enlucido interior	3 días	132														
134	→	Enlucido exterior	3 días	133CC														
135	→	Instalaciones Hidrosanitarias	41 días															
136	→	Desague agua lluvias -Nave Industria	2 días															
137	→	Canal de recolector de agua lluvia	1 día	129														
138	→	Bajante agua lluvia PVC 110 mm	1 día	137														
139	→	Caja de registro	2 días	137CC														



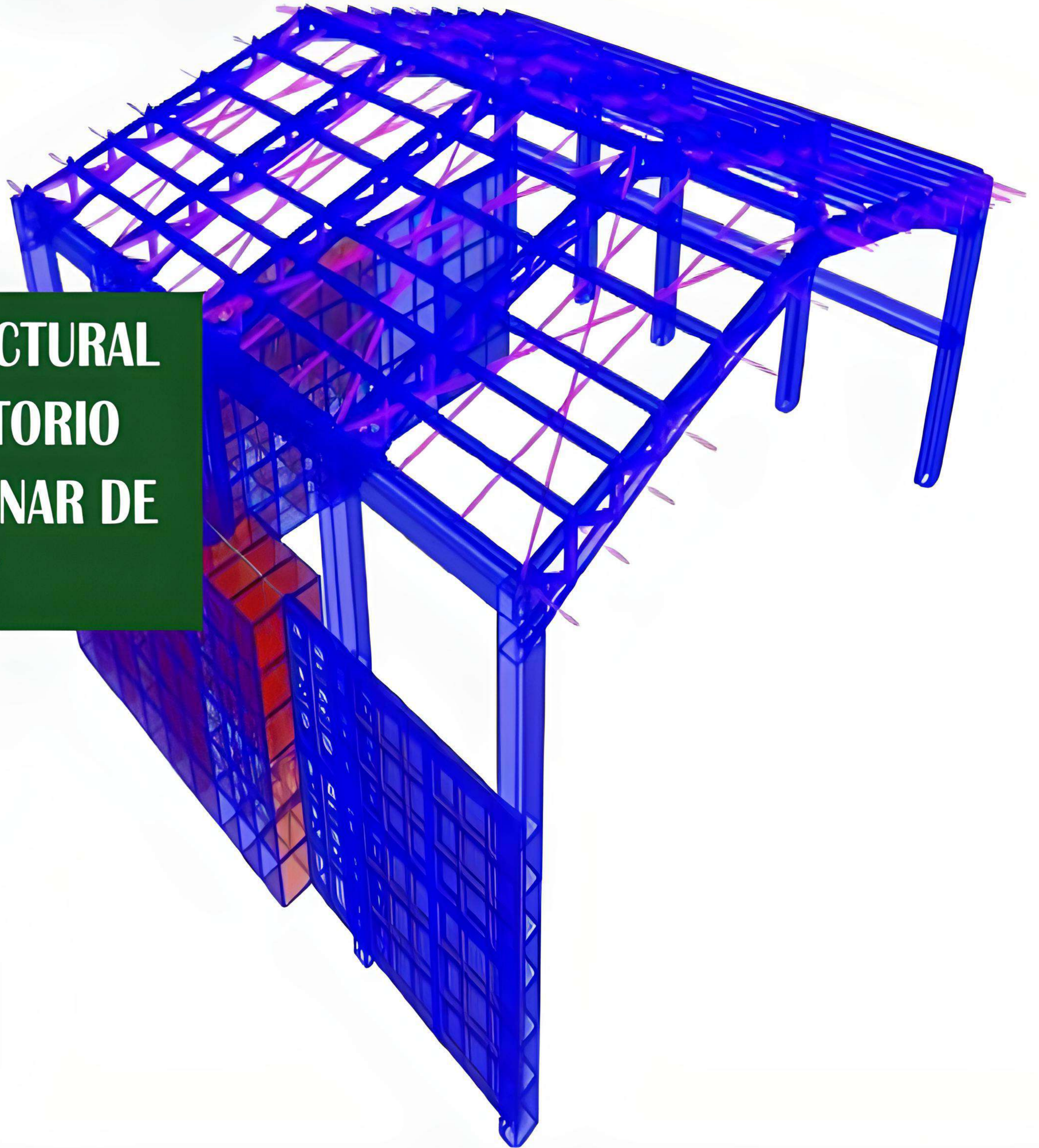
Proyecto: Cronograma Actual
Fecha: mar 16/1/24

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Predeceso	tri 1, 2024		tri 2, 2024			tri 3, 2024			tri 4, 2024			tri 1, 2025	
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene
140		Instalaciones Eléctricas	3 días														
141		Tomacorriente 110V, incluye tuberías, accesaorios y conducto	1 día	133													
142		Tomacorriente 220V Aire Acondicionado	1 día	141CC													
143		Tomacorriente 440V, incluye tuberías, accesaorios y conducto	1 día	142CC													
144		Punto de luz	1 día	143													
145		Tablero trifásico 20 puntos incl. Instalación break	1 día	144													
146		Luminarias	1 día														
147		Instalación de luminaria LED High Bay 110/240	1 día	144													
148		Arquitectura	23 días														
149		Acabados-Edificio	5 días														
150		Empaste y pintura interior	3 días	144CC													
151		Empaste y pintura exterior	3 días	150CC													
152		Cerramiento de Malla Triple Galvanizada. H=3r	2 días	151													
153		Carpintería	19 días														
154		Puerta Corrediza	2 días	134													
155		Pasamano de aluminio	2 días	123													
156		Equipos	5 días														
157		Sistema Electrohidráulico	5 días	155													
158		Equipos del Cuarto de Curado	3 días	157CC													
159		Mobiliarios	2 días	158CC													
160		Herramientas y Complementarios	2 días	159CC													



Proyecto: Cronograma Actual Fecha: mar 16/1/24	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin				



DISEÑO ESTRUCTURAL DEL LABORATORIO MULTIDISCIPLINAR DE LA FICT

Fabricio José Zambrano Ortíz

Karla Odalys Dumes Guerrero

4 EDUCACIÓN
DE CALIDAD



9 INDUSTRIA,
INNOVACIÓN E
INFRAESTRUCTURA

