

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño Estructural de Bodega para Archivos Documentales

Pasivo de Solca Núcleo Portoviejo

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Joel Axel Viteri Ramírez

Ana Gabriela Cajape Zambrano

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

A mi alma gemela, mejor madre y
amiga del mundo...
Sayda Zambrano Azúa.

Todo esto es gracias a ti.

Ana Cajape Zambrano

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi fortaleza y mi faro.
A mis padres: Yhury Cajape y Sayda Zambrano por ser mi apoyo incondicional y creer en mí. A mis hermanas Gabriela y Gladys por siempre estar cuando más las necesito. A mi abuelita Gladys Fernández por ser mi segunda mamá.

A Andrea Cárdenas, Valentina Salazar y Carmen Fernández por cuidarme y hacerme sentir en casa aun cuando estaba lejos.

A ESPOL, en especial a mi querida facultad FICT, por darme a los mejores maestros, amigos y experiencias que pude haber obtenido a lo largo de estos años.

Gracias por todo 1Ts 5:18

Ana Cajape Zambrano

DEDICATORIA

Dedicado para mis padres Priscila y William quienes han sido mi apoyo durante estos 5 años, quienes nunca dudaron en brindarme todo lo que estaba a su alcance para poder alcanzar mis metas.
Esto es para y por ustedes.

Joel Axel Viteri Ramírez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme tener salud para alcanzar las metas.

A mis padres por su apoyo incondicional.

A la ESPOL por permitirme vivir una muy bonita y emocionante experiencia universitaria desde el primer día.

A los amigos y conocidos por los momentos de risas, deportes y estudio vividos.

A los profesores por sus conocimientos, anécdotas y experiencias de vida brindadas.

Joel Axel Viteri Ramírez

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Joel Axel Viteri Ramírez y Ana Gabriela Cajape Zambrano 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”



Joel Axel Viteri Ramírez



Ana Gabriela Cajape Zambrano

EVALUADORES

Samantha Elizabeth Hidalgo Astudillo
PROFESOR DE LA MATERIA

Guillermo Javier Muñoz Villa
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La Sociedad de Lucha contra el Cáncer (SOLCA) cuenta desde 1970 con su núcleo en Portoviejo. Año tras año se recopila documentación importante y personalizada por pacientes, la cual es archivada y almacenada por años dentro de sus instalaciones. Este espacio al no contar con una infraestructura adecuada presenta inconvenientes al personal administrativo y auxiliar y, además, se corre el riesgo de pérdida o daño de información. El presente proyecto presenta una alternativa de diseño estructural de una edificación de dos plantas de hormigón armado y cubierta metálica para una bodega de archivos documentales pasivos dentro de la institución de salud. Esta edificación fue diseñada con un sistema de pórtico especial resistente a momento, considerando una zona sísmica de alta intensidad debido a la ubicación litoral, el suelo blando tipo D y especificaciones técnicas basadas en el ACI 318-14, NEC 2015. El impacto ambiental que representa esta obra fue insignificante. El material de construcción seleccionado mostró ser el óptimo en base a varias características como tiempo, complejidad, impacto ambiental y presupuesto referencial, este último permitió calcular un costo por m² de construcción, considerando solo obra gris e hidrosanitaria de AAPP y AAASS, de USD 326.18 dólares americanos y concluir que la obra es rentable y viable tanto constructiva como económicamente.

Palabras Clave: Hormigón armado, bodega, archivos pasivos, diseño sismorresistente

ABSTRACT

The Society for the Fight Against Cancer (SOLCA) has had its nucleus in Portoviejo since 1970. Year after year, important and personalized documentation is compiled by patients, which is filed and stored for years within its facilities. This space, as it does not have an adequate infrastructure, presents inconveniences to administrative and auxiliary personnel and, in addition, there is a risk of loss or damage to information. This project presents an alternative structural design for a two-story reinforced concrete building with a metal roof for a warehouse for passive documentary archives within the health institution. This building was designed with a special moment-resistant frame system, considering a high-intensity seismic zone due to its coastal location, type D soft soil, and technical specifications based on ACI 318-14, NEC 2015. The environmental impact that represents this work was insignificant. The selected construction material proved to be the most optimal based on several characteristics such as time, complexity, environmental impact and referential budget, this latter allowed to calculate a cost per m² of construction, considering only gray and hydrosanitary works of AAPP and AAASS, of USD 326.18. Americans and conclude that the work is profitable and viable both constructively and economically.

Keywords: *concrete reinforcement, warehouse, passive files, seismic design.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	7
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
INDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Localización.....	3
1.3 Información básica	3
1.3.1 Implantación.....	3
1.3.2 Topografía	5
1.3.3 Estudio de Suelo – Caracterización Geotécnica.....	6
1.3.4 Planos Arquitectónicos	7
1.4 Definición del problema	9
1.5 Objetivos	10
1.5.1 Objetivo General.....	10
1.5.2 Objetivos Específicos.....	10
1.6 Justificación.....	10
1.7 Alcance.....	11

CAPÍTULO 2.....	10
2. DESARROLLO DEL PROYECTO	10
2.1 Metodología.....	10
2.1.1 Conceptos y normativas para considerar.....	10
2.1.2 Análisis de alternativas de materiales y diseño.....	10
2.1.3 Diseño basado en fuerzas DBF	10
2.1.4 Filosofía de diseño sísmico.....	11
2.1.5 Sistema estructural	11
2.1.6 Estimación de cargas.....	11
2.1.7 Espectro de aceleraciones.....	13
2.1.8 Pre-dimensionamiento de los elementos estructurales en base a un plano arquitectónico.....	14
2.1.9 Comprobación de funcionalidad sismo resistente.....	14
2.1.10 Diseño estructural definitivo.....	14
2.1.11 Elaboración de planos estructurales e hidrosanitarios.....	14
2.2 Análisis de alternativas.....	15
2.2.1 Metodología de comparación.....	15
CAPÍTULO 3.....	19
3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	19
3.1 Diseños	19
3.1.1 Modelado de la estructura	19
3.1.2 Pre-dimensionamiento de columna.....	20
3.1.3 Pre-dimensionamiento de vigas.....	21
3.1.4 Pre-dimensionamiento de Losas.....	21
3.1.5 Comparaciones de estimaciones de prediseño con el modelo estructural	22
3.1.6 Deriva de piso.....	23

3.1.7	Índice de estabilidad	24
3.1.8	Diseño de losa	27
3.1.9	Diseño de vigas	28
3.1.10	Diseño de columnas	32
3.1.11	Criterio Columna fuerte – Viga débil	37
3.1.12	Diseño de riostras	38
3.1.13	Diseño hidrosanitario	39
3.1.14	Diseño de cimentación.....	43
3.1.15	Diseño de Escalera.....	43
3.2	Especificaciones técnicas.....	44
CAPÍTULO 4.....		45
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	45
4.1	Introducción	45
4.2	Objetivos	45
4.2.1	Objetivo General	45
4.2.2	Objetivos específicos	45
4.3	Descripción del proyecto	46
4.3.1	Categorización ambiental	46
4.3.2	Fases del ciclo de vida según el COA	47
4.3.3	Alcance	48
4.3.4	Ubicación gráfica	48
4.4	Línea base ambiental	49
4.4.1	Medio fisicoquímico	49
4.4.2	Medio físico-biótico	49
4.4.3	Medio socioeconómico	50
4.5	Actividades del proyecto.....	50
4.6	Identificación de impactos ambientales.....	51

4.7	Valoración de impactos ambientales	52
4.8	Medidas de prevención/mitigación	54
4.9	Conclusiones	55
CAPÍTULO 5.....		56
5.	PRESUPUESTO.....	56
5.1	EDT	56
5.2	Descripción de rubros.....	58
5.3	Análisis de precios unitarios	59
5.4	Descripción de cantidades de obra	60
5.5	Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental	61
5.6	Cronograma de obra	63
CAPÍTULO 6.....		64
6.	Conclusiones Y Recomendaciones	64
	Conclusiones.....	64
	Recomendaciones.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....		66

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
ACI	American Concrete Institute
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ASCE	American Society of Civil Engineers
ACI	American Concrete Institute
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
SUSC	Sistema Unificado de Clasificación del Suelo
SPT	<i>Standard Penetration Test</i>
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
SOLCA	Sociedad de Lucha Contra el Cáncer
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
SPT	Standard Penetration Test
ASCE	American Society of Civil Engineers
BDS	Basis Design Earthquake
SPT	Standard Penetration Test
ASCE	American Society of Civil Engineers
BDS	Basis Design Earthquake
NTE	Norma Técnica Ecuatoriano
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
COA	Código Orgánico del Ambiente
IA	Impacto Ambiental
DBF	Diseño Basado en Fuerzas
AAPP	Agua Potable
AASS	Agua Servida
AALL	Agua Lluvia

SIMBOLOGÍA

m	Metro
m ²	Metro cuadrado
Kg	Kilogramos
msnm	Metros Sobre el Nivel del Mar
Ton	Toneladas
mm	Milímetros
Cm	Centímetros
Cm ²	Centímetros cuadrados
N	Newtons
"	Pulgadas
U	Unidades
Cant	Cantidades
R	coeficiente de modificación de respuesta
Ω_0	factor de sobre-resistencia
Cd	factor de amplificación de deflexión

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Vista Satelital de la ubicación de Solca- Hospital “Julio Villacreses Colmont”. [Google Earth].....	3
Figura 1-2 Vista de implantación del área del proyecto [Cliente].....	4
Figura 1-3 Vista en planta de implantación y espacio que ocuparía la bodega [Cliente]	4
Figura 1-4 Vista en planta de la planimetría del área del proyecto con curvas de nivel. [Cliente]	5
Figura 1-5 Vista de fachada de la arquitectura de bodega. [Cliente].....	8
Figura 1-6 Vista de corte de la arquitectura de bodega. [Cliente].....	8
Figura 1-7 Vista de en planta de la arquitectura de bodega. [Cliente].....	9
Figura 2-1 Espectro de aceleraciones según NEC -2015 [autores].....	14
Figura 3-1 Modelado en programa de análisis estructural [autores].....	19
Figura 3-2 Vista en planta del modelado[autores]	20
Figura 3-3 Derivas elástica de piso para el sismo en x [autores].....	23
Figura 3-4 Derivas elástica de piso para el sismo en y [autores].....	24
Figura 3-5 Cortante piso debido al sismo en X [autores].....	25
Figura 3-6 Cortante piso debido al sismo en Y [autores].....	26
Figura 3-7 Boceto de prediseño de losa [autores]	27
Figura 3-8 Detalle del armado de la losa cerca de los bordes [autores].....	28
Figura 3-9 Resumen de las solicitaciones en vigas por eje [autores]	29
Figura 3-10 Requisitos de refuerzo longitudinal [NEC 2015].....	30
Figura 3-11 Cortante de diseño para vigas [ACI 318-14]	31
Figura 3-12 Detalle del armado de una viga [autores].....	32
Figura 3-13 Solicitaciones de las columnas [autores].....	33
Figura 3-14 Cuantía requerida por la columna [autores]	33
Figura 3-15 Detalle del armado de la sección transversal de la columna C1 [autores]	34
Figura 3-16 Diagrama de interacción de la columna C1 [autores].....	35
Figura 3-18 Detalle del armado de la sección transversal de la columna C2 [autores]	36
Figura 3-19 Diagrama de interacción de la columna C2 [autores].....	36
Figura 3-20 Cortante de diseño para columna [ACI 318-14]	37

Figura 3-21 Verificación de criterio viga columna en programa de análisis estructural [autores].....	38
Figura 3-22 Diseño final de las riostras de cimentación [autores]	38
Figura 3-23 Factores para el cálculo de longitudes [catálogo].....	41
Figura 3-24 Formato de tabla diseño hidrosanitario [autores]	42
Figura 4-1 Vista área de parte del terreno de Solca. [Fuente: Propia].....	46
Figura 4-2 Consulta de actividad ambiental y documento requerido. [SUIA].....	47
Figura 5-1 Estructura de Desglose de Trabajo [autores]	57
Figura 5-2 Formato de APU [autores].....	59
Figura 5-3 Presupuesto Referencial Total [autores]	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Carga muerta sobreimpuesta [autores]	11
Tabla 2-2 Carga muerta peso propio [autores]	12
Tabla 2-3 Carga muerta sobreimpuesta [autores]	12
Tabla 2-4 Carga muerta peso propio [autores]	12
Tabla 2-5 Carga viva primer piso [autores]	12
Tabla 2-6 Carga viva de cubierta [autores]	12
Tabla 2-7 Resumen de cargas aplicadas por piso [autores]	13
Tabla 2-8 Parámetros para espectro de aceleraciones [autores]	13
Tabla 2-9 Escala del criterio [autores]	18
Tabla 2-10 Comparación de evaluación de alternativas [autores]	18
Tabla 3-1 Periodo fundamental [autores]	22
Tabla 3-2 Cortante basal [autores]	22
Tabla 3-3 Masa sísmica [autores]	22
Tabla 3-4 Verificación de las derivas de piso [autores]	24
Tabla 3-5 Verificación del índice de estabilidad de piso [autores]	26
Tabla 3-6 Lista de aparatos sanitarios y su caudal [autores]	40
Tabla 4-1 Descripción de las actividades del proyecto [autores]	50
Tabla 4-2 Identificación de los impactos que genera cada actividad usando la matriz de Leopold [Autores]	52
Tabla 4-3 Valoración del impacto ambiental [autores]	53
Tabla 4-4 Valoración del impacto ambiental que genera cada actividad en los elementos ambientales [autores]	53
Tabla 4-5 Medidas de prevención [Autores]	54

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A Arquitectónico e Implantación
- ANEXO B Diseños
- ANEXO B1 Diseño de Zapatas de Cimentación
- ANEXO B2 Diseño de Cadena de Cimentación
- ANEXO B3 Diseño de Columnas
- ANEXO B4 Diseño de Vigas
- ANEXO B5 Diseño de Losa
- ANEXO B6 Diseño de Escalera
- ANEXO B7 Diseño Hidrosanitario
- ANEXO B8 Diseño de Cubierta
- ANEXO C Análisis de Precios Unitarios
- ANEXO D Cantidades de Rubros
- ANEXO E Cronogramas
- ANEXO E1 Cronograma Valorado
- ANEXO E2 Cronogramas de Obra
- ANEXO F Planos
- PLANO1.- Cimentación, Columnas y Escalera
- PLANO2.- Vigas y Losa
- PLANO3.- Vigas 2do Piso y Cubierta
- PLANO4.- Hidrosanitario

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Pensar en archivos podría entenderse solo como papeles, pero al tratarse de información con historiales clínicos, procesos y servicios oncológicos que involucran a toda una sociedad, deben ser gestionados con protocolos de protección, cuidado y custodia, de tal manera que puedan ser salvaguardados para garantizar el acceso de quien lo requiera. La Sociedad de Lucha contra el Cáncer (SOLCA) cuenta desde 1970 con su núcleo en Portoviejo-Manabí, que luego se estableció en el llamado Hospital Oncológico “Dr. Julio Villacreses Colmont” en memoria del insigne médico que entregó toda su capacidad y esfuerzo a esta noble institución (SOLCA, 2020).

Según lo menciona la institución de salud, lideran a cuatro unidades oncológicas en Manta, Jipijapa, Chone y Esmeraldas, contiene archivos que son gestionados en base a tablas de plazos de conservación documental, las cuales indican cuanto tiempo cada tipo de documento permanece en un área de oficina hasta antes de ir a la bodega de archivos pasivos, donde se almacenarán bajo protocolos de cuidado entre 5 a 10 años previos a su trituración.

Estas instalaciones deber tener condiciones y estancias adecuadas para garantizar la calidad y seguridad de la información, como también espacios y herramientas que permitan al personal encargado trabajar eficazmente sin perjudicar su salud. Por ello, el presente proyecto bajo un diseño previo arquitectónico propone un diseño estructural e hidrosanitario para una nueva edificación que sirva como bodega y oficinas de archivos documentales pasivos, incluyendo un análisis de impacto ambiental y su respectivo presupuesto, mediante el uso de la NEC 2015, ACI 318-14 y el software para el análisis estructural.

1.1 Antecedentes

En la provincia de Manabí, se encuentra la ciudad de Portoviejo con una población de 1 369.780 habitantes (INEC, 2010). Desde el 2005 Solca núcleo de Portoviejo atiende desde el hospital oncológico “Dr. Julio Villacreses Colmont”, donde en los últimos años ha tenido una demanda de 70 mil consultas oncológicas al año aproximadamente, de las cuales se diagnostica alrededor de 1400 casos de cáncer (SOLCA, 2020).

Cada una de las consultas o procedimiento oncológicos involucran, además de historias clínicas, documentos financieros, jurídicos, de tesorería, contabilidad y presupuesto. Toda esta información puede permanecer en cada unidad archivística o área documental hasta un periodo establecido según su reglamento institucional de gestión de documentos, luego de esto pueden dirigirse a la bodega de archivos pasivos durante periodos entre 5 a 10 años dependiendo del tipo de documento.

Actualmente, la bodega de archivos pasivos se encuentra en un segundo piso de una de sus edificaciones. Luego del terremoto del 2016, la estructura de la edificación perdió su función de servicio al presentar altas vibraciones cuando se realizan movimientos de cajas con documentos o de las perchas. El personal auxiliar presenta molestias ya que no se tiene un elevador o montacarga y todo el material es trasladado al segundo piso por las escaleras. Además, poseen una máquina trituradora que debido a la alta emisión de ruido y polvo fue ubicada en otra área de la institución lo que dificulta el tránsito rápido de la documentación. La necesidad de reubicación de esta área permitió a la organización de salud plantear la proyección de una bodega independiente para el almacenamiento y manejo de archivos documentales pasivos de toda la institución y los que llegan para trituración por parte de las unidades oncológicas.

1.2 Localización

El proyecto está planteado dentro de la propiedad del Solca- Hospital Oncológico “Julio Villacreses Colmont” ubicado en la Autopista del Valle “Manabí Guillem”, ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí.

Figura 1-1 Vista Satelital de la ubicación de Solca- Hospital “Julio Villacreses Colmont”. [Google Earth]



1.3 Información básica

La institución de salud aportó con información y estudios preliminares para la ejecución del presente proyecto. Esta información incluye: implantación del área de proyecto, topografía, estudio de suelo y diseño arquitectónico.

1.3.1 Implantación

El terreno se encuentra delimitado por los siguientes linderos:

- Norte: con un parqueadero de vehículos
- Sur: con bodega central de la institución
- Este: con un callejón privado
- Oeste: delimitado por terreno de “La Galería Promotores Inmobiliarios S.A GALEPROMSA” donde está ubicada la clínica San Francisco.

El terreno donde estará ubicado el proyecto se muestra en la figura 2 cuenta con un área de implantación de 577.12 m²

Figura 1-2 Vista de implantación del área del proyecto [Cliente]

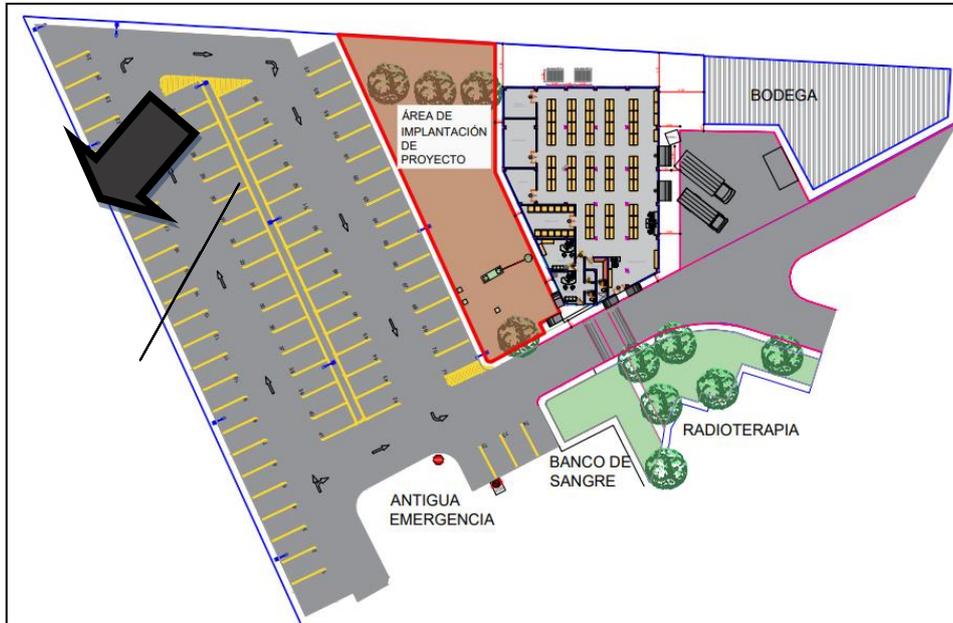
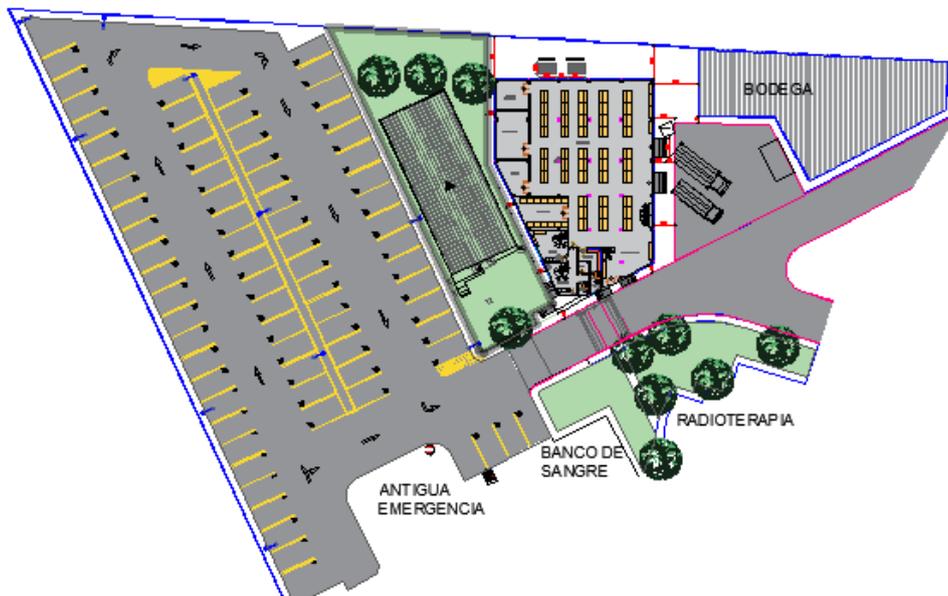


Figura 1-3 Vista en planta de implantación y espacio que ocuparía la bodega [Cliente]



1.3.2 Topografía

La ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí, se encuentra en un valle entre colinas con alturas promedio de 300msnm. Dentro del cantón se registran cotas que van desde los 10 msnm hasta los 700 msnm aproximadamente, con un promedio de 44msnm. (Gallardo, 1996). Por parte del cliente fue proporcionada la topografía del lugar, en la cual pudimos observar que el área total del terreno se encuentra en una cota promedio de 40 msnm.

En general el terreno para el proyecto es regular, lo que es una ventaja ya que no habrá un costo alto en movimiento de tierra.

Figura 1-4 Vista en planta de la planimetría del área del proyecto con curvas de nivel.

[Cliente]



1.3.3 Estudio de Suelo – Caracterización Geotécnica

Fernández (1994) en su estudio afirma que en Portoviejo se encuentra un tipo de suelo correspondiente a un bosque espinoso tropical. Estos suelos se caracterizan, por lo general, por tener predominancia de arenisca.

El estudio físico-mecánico del suelo se llevó a cabo el 20 de octubre del 2021 bajo un sondeo a ROTACIÓN-PERCUSIÓN con ensayos de S.P.T Método ASTM-D-1586 “*Standard Penetration Test*”, peso del martillo 140 lb. Altura de caída 75 cm con recuperación de muestras alteradas, hasta la profundidad de 6.45 m.

Del muestreo realizado se ejecutaron lo siguientes ensayos:

Contenido de humedad ASTM D-2216

Granulometría ASTM D-422

Límites de Atterberg ASTM D-4318

Los resultados en estos ensayos se utilizaron para realizar la clasificación de los suelos de acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelo (SUSC), según las normas ASTM D-2487.

En el área de terreno se encontró con una capa de 65 cm de material de mejoramiento sin compactar. El perfil estratigráfico es heterogéneo con limos inorgánicos de baja y alta plasticidad, mezcla de limo y arenas finas, limos medianamente compactos, al final del sondeo tenemos presencia de arenas limosas de baja plasticidad, mezclas mal graduadas de arena y limo, arenas compactas y el nivel freático se lo encontró a una profundidad de 5 metros. La capacidad portante promedio del sondeo fue de $1.36 \text{ kg/cm}^2 = 13.60 \text{ ton/m}^2$, el perfil estratigráfico corresponde a un suelo tipo (D) de acuerdo con las normas ecuatorianas de la construcción.

Según el estudio se recomienda una cimentación tipo zapatas corridas, aisladas o lo que determine el cálculo estructural.

1.3.4 Planos Arquitectónicos

Como información indispensable para el avance eficaz del proyecto, el cliente por medio de un arquitecto presentó como información básica los planos arquitectónicos bases para el inicio del estudio estructural. Estos planos arquitectónicos fueron diseñados en base a la necesidad de la institución. Estos pueden ser observados en el apartado de anexos.

Estos consideran un área de construcción de 225.95 m², que al ser una obra de dos plantas resulta de 451.90 m². Teniendo el plano arquitectónico se presentan las siguientes consideraciones:

- Edificación de dos plantas
- Implantación de estructura regular en planta y elevación
- Cubierta metálica
- Altura de piso de 3.80m y 3.40m para el primer y segundo piso respectivamente.
- Luces de 4.55m entre ejes de columnas en sentido "X" y 4.50m en sentido "Y"
- 18 columnas
- Escalera y elevador o montacarga
- Área de oficinas, almacenamiento, trituración, futura digitalización, utilería, entre otros.
- Espacio estimado para el Tumbado de 56 cm
- Espesor estimado para losa 20cm

Figura 1-5 Vista de fachada de la arquitectura de bodega. [Cliente]

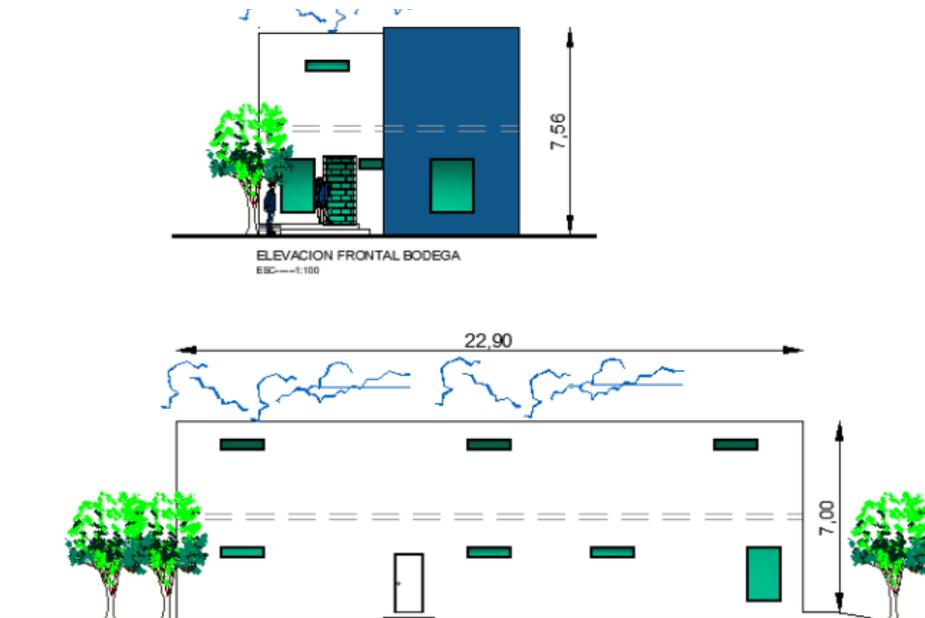


Figura 1-6 Vista de corte de la arquitectura de bodega.

[Cliente]

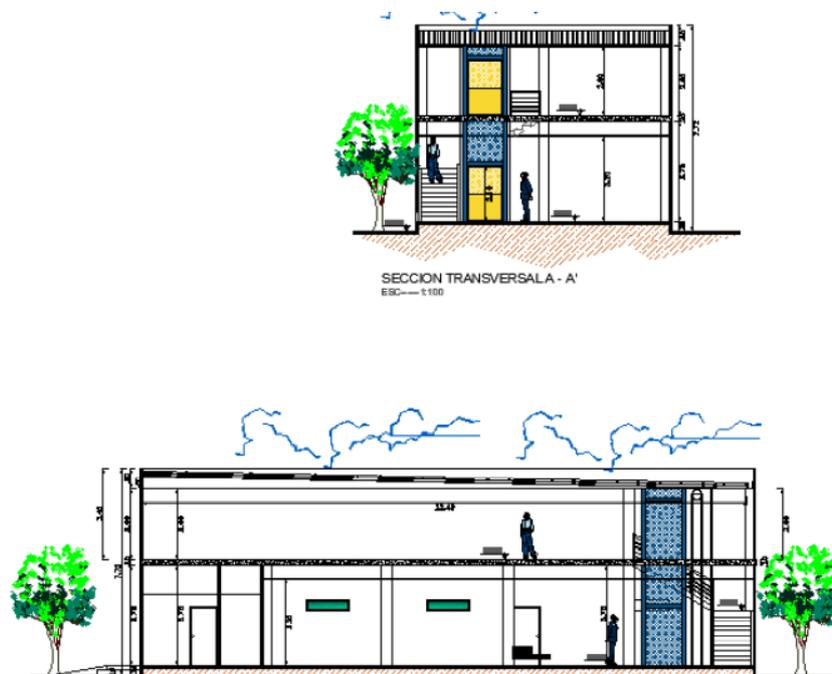
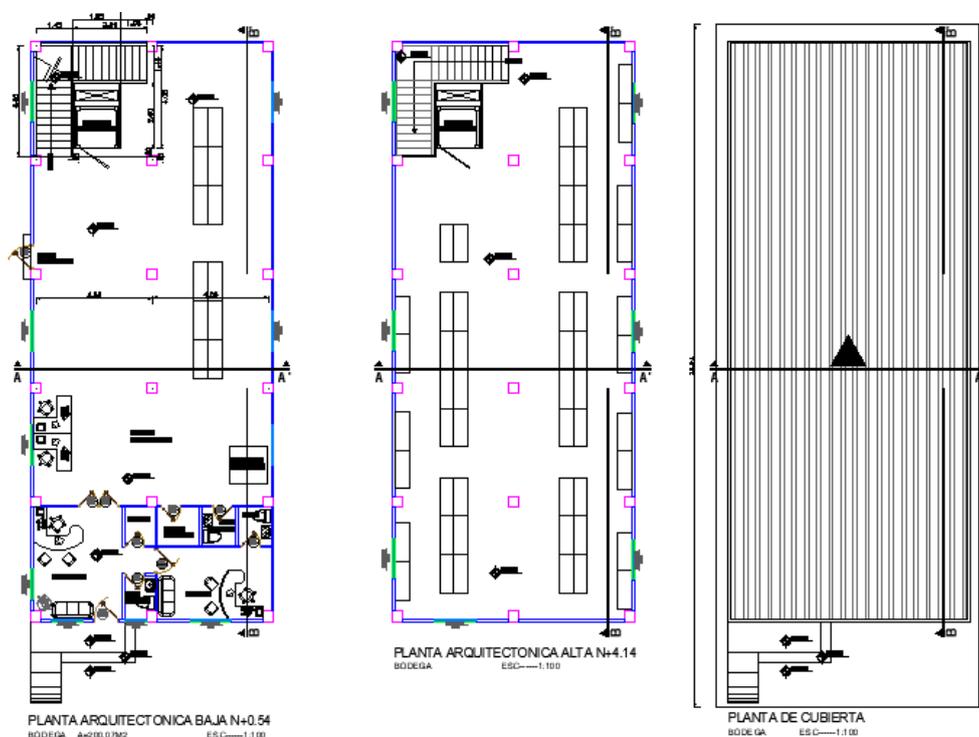


Figura 1-7 Vista de en planta de la arquitectura de bodega. [Cliente]



1.4 Definición del problema

El presente proyecto parte de un problema erradicado en la infraestructura inadecuada para el almacenamiento y trituración de archivos documentales pasivos de Solca núcleo Portoviejo. El espacio para el almacenamiento de toneladas de papel y equipos de administración se encuentra en un segundo piso. El cual bajo movimiento de documentación o de estancias presenta altas vibraciones, causando malestar en el personal administrativo. Por otro lado, el personal auxiliar no cuenta con un montacarga o elevador para el traslado de todo el material pesado al segundo nivel, esto incurre a posibles lesiones. Además, cuentan con una máquina trituradora de papel, que, al no estar ubicada en un área apartada y específica, emana ruido y polvo, contaminando el ambiente de trabajo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar la estructura de una bodega para almacenamiento y oficinas de archivos documentales pasivos mediante normativa actual, de manera que cumpla las condiciones necesarias para ser una obra segura, resistente y económica.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar en base a una comparación de alternativas el material para la obra estructural de manera que represente en varios aspectos ser una buena inversión.
- Dimensionar los elementos estructurales con la alternativa de materiales más acertada para que cumpla con los requerimientos del cliente y la seguridad.
- Analizar el comportamiento de la estructura por medio de un software de análisis estructural para verificar el buen desempeño sísmico en base a la NEC 2015 y el ACI 318-14.
- Elaborar planos estructurales e hidrosanitarios que muestren a detalle el diseño final en base al alcance del proyecto.
- Realizar la evaluación del impacto ambiental al que se sometería el entorno por la construcción de estructura para evitar molestias futuras.

1.6 Justificación

Actualmente, aun cuando vivimos en una era de tecnologías donde casi todo se digitaliza, en Ecuador el uso de papel sigue siendo un medio de presentación de documentos y resultados dentro de un hospital o clínica. No obstante, es necesario recalcar la importancia de mantener ciertos documentos en estado físico frente a los riesgos de pérdida de información tales como robos, piratería, pérdida por equivocaciones, entre otras razones que justifican el uso del papel dentro de una organización. El uso y gestión de estos documentos conlleva una gran responsabilidad con los usuarios ya que se trata de información de 70 mil pacientes anualmente según las estadísticas de la institución para el año 2020. Por ello, es indispensable para la institución de salud contar con una infraestructura adecuada que permita, bajo las condiciones necesarias de archivos, salvaguardar en buenas condiciones los documentos para que sean utilizados durante su vida útil por quien lo requiera.

La propuesta de proyecto plantea crear un beneficio para toda una sociedad, incluyendo al personal administrativos de la institución. Ya que podrán contar con un espacio independiente donde podrán gestionar de manera más segura y cómoda toda la información que puede ser manejada como archivos pasivos durante muchos años. Esta seguridad parte desde las condiciones para el almacenamiento, la estructura que soporte todo el material hasta la preservación de la salud de su personal encargado tanto administrativo como auxiliar.

1.7 Alcance

Partiendo del diseño arquitectónico suministrado por el cliente el presente proyecto se enmarcará en el diseño estructural e hidrosanitario de la edificación, complementado con un presupuesto, planos y análisis de impacto ambiental que abarque la obra gris. No se incluirá ingeniería eléctrica ni sistemas electrónicos o de prevención de incendios, ni sistema de aguas lluvias.

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Metodología

Para alcanzar a cumplir con los objetivos propuestos, se parte de algunos pasos que incluyen analices de datos y levantamiento de información:

2.1.1 Conceptos y normativas para considerar

Las normas consideradas para estimar cargas y realizar los diseños fueron:

- American Society of Civil Engineers (2016). “Minimum Design Loads for Buildings and other Structures”, ASCE Standard ASCE/SEI-7-16,
- American Concrete Institute ACI 318-14
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 NEC-SE-CG-Cargas No Sísmicas.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 NEC-SE-HM-Estructuras Hormigón Armado.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 Capitulo 16: Instalaciones Hidrosanitarias.

2.1.2 Análisis de alternativas de materiales y diseño

Este apartado se detalla en la sección 2.2

2.1.3 Diseño basado en fuerzas DBF

El procedimiento que se usó para diseñar fue el método de diseño basado en fuerzas DBF. Este método indica que las estructuras deben diseñarse para resistir los efectos que producen las fuerzas laterales, así como las cargas gravitacionales y accidentales. Para esto es necesario que determinen las solicitaciones que las cargas externas demanda de cada elemento estructural como: momentos, esfuerzos internos, fuerzas de pisos, cortantes de piso, cortante de base, derivas, deflexiones. (NEC SE-DS, 2015).

2.1.4 Filosofía de diseño sísmico

La filosofía que describe la NEC remarca que las estructuras se diseñan para el sismo base de diseño, BDS (Basis Design Earthquake), el cual tiene que ser un evento sísmico raro o severo que tiene una probabilidad de 10% de ser excedido en 50 años, lo que equivale a un periodo de retorno de 475 años. En esta categoría se espera cierto grado de daño en elementos estructurales producto de que han desarrollado la propiedad de ductilidad, por el cual, a través de las deformaciones pudieron liberar la energía inducida por el evento sísmico, pero a su vez con el fin de tener un nivel de desempeño sísmico en el cual se asegure protección de la vida de los ocupantes. (McCormac & Brown, 2018)

2.1.5 Sistema estructural

El sistema estructural escogido fue un pórtico especial resistente a momento de concreto reforzado. Este sistema proporciona un coeficiente de modificación de respuesta, $R = 8$, un factor de sobre-resistencia $\Omega_0 = 3$ y un factor de amplificación de deflexión $C_d = 5.5$. (ASCE, 2016)

2.1.6 Estimación de cargas

Las cargas con las que se modeló la estructura se detallan a continuación:

Cargas muertas

- Carga muerta sobreimpuesta

Tabla 2-1 Carga muerta sobreimpuesta [autores]

Elemento	Cargas [T/m ²]
Recubrimiento inferior	0.041
Cielo-raso	0.03
Paredes	0.18
Instalaciones	0.01

- Carga muerta peso propio

Tabla 2-2 Carga muerta peso propio [autores]

Elemento	Cargas [T/m ²]
Losa	0.216
Vigas-Columnas	0.2

- Carga muerta sobreimpuesta en cubierta

Tabla 2-3 Carga muerta sobreimpuesta [autores]

Elemento	Cargas [T/m ²]
Instalaciones y cielo raso	0.02

- Carga muerta peso propio en cubierta

Tabla 2-4 Carga muerta peso propio [autores]

Elemento	Cargas [T/m ²]
Plancha de zinc sobre una estructura metálica	0.02

Cargas vivas

- Carga viva primer piso

Tabla 2-5 Carga viva primer piso [autores]

Elemento	Cargas [T/m ²]
Espacio de almacenamiento de bibliotecas que soportan estanterías	0.734

- Carga viva de cubierta

Tabla 2-6 Carga viva de cubierta [autores]

Elemento	Cargas [T/m ²]
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.071

Resumen

De cargas aplicadas en cada piso en [T/m²]

Tabla 2-7 Resumen de cargas aplicadas por piso [autores]

No Piso	W _{DS}	W _{pp}	W _{DS} + W _{pp}	W _L
2 (cubierta)	0.02	0.02	0.04	0.071
1	0.261	0.416	0.677	0.734

2.1.7 Espectro de aceleraciones

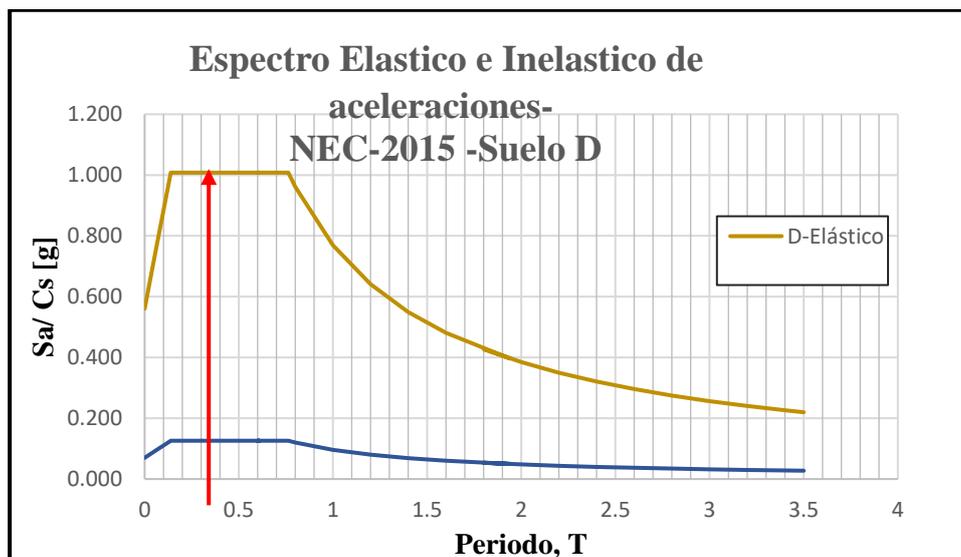
Para crear el espectro de aceleraciones, considerando el tipo de suelo y ubicación geográfica, se necesitaron los siguientes parámetros.

Tabla 2-8 Parámetros para espectro de aceleraciones [autores]

Parámetros	Valor
Tipo de suelo	D
Z	0.5
Fa	1.12
Fd	1.11
Fs	1.4
η	1.8
r	1

Para construir el espectro inelástico de aceleración. Se consideró R = 8 y un factor de importancia de I = 1

Figura 2-1 Espectro de aceleraciones según NEC -2015 [autores]



2.1.8 Pre-dimensionamiento de los elementos estructurales en base a un plano arquitectónico.

En este apartado con datos bases se estimaron secciones de los elementos estructurales, tomando en consideración las restricciones arquitectónicas otorgadas por el cliente.

2.1.9 Comprobación de funcionalidad sismo resistente

La funcionalidad sismorresistente de la estructura se la comprobó verificando aspectos como: que la cimentación sea la adecuada para el tipo de suelo donde se asentará, control de derivas, criterio de columna fuerte- viga débil, verificación del punzonamiento, porcentaje de cuantías mínimas, control de desplazamientos, índice de estabilidad.

2.1.10 Diseño estructural definitivo

Se diseñaron los elementos estructurales en base aquellos sobre los cuales actúan las solicitaciones más críticas.

2.1.11 Elaboración de planos estructurales e hidrosanitarios

Se elaboraron tres planos estructurales y uno hidrosanitario que pueden ser vistos en la parte de anexos.

2.2 Análisis de alternativas

En busca de lograr implementar la mejor opción para el cliente se detalla un estudio preliminar de alternativas que identifique uno o más criterios importantes establecidos por el cliente. Esta estrategia representará alternativas viables para cambiar la situación de la problemática, las cuales a través de filtros cuantitativos se podrá elegir finalmente la mejor entre ellas, que cumpla con lo solicitado y a su vez se optimicen recursos.

2.2.1 Metodología de comparación

2.2.1.1 Determinación de alternativas

En primer lugar, se estudiarán las 3 mejores alternativas que podrán ser evaluadas para lograr el objetivo del proyecto. Estas alternativas serán aquellas que incluyan un impacto en el medio a estudiar, sean realizables y tengan un alcance dentro de los criterios.

Al tratarse de una estructura para bodega de archivos pasivos se planteó una edificación de dos plantas, la cual tendría un montacarga, escaleras, oficinas y demás áreas de utilidad. Para el respectivo análisis de alternativas se tomarán en cuenta las necesidades del cliente y a su vez una propuesta de proyecto teniendo en cuenta las necesidades a futuro que se puedan tener en la institución de salud.

Alternativas:

1. Estructura de Hormigón Armado de dos niveles, con losa alivianada en 1 dirección y cubierta metálica
2. Estructura de Hormigón Armado de dos niveles, con losa alivianada en 2 direcciones y cubierta metálica
3. Estructura con perfiles metálicos de dos niveles con cubierta metálica.

2.2.1.2 Definición de criterios de evaluación

El análisis de las alternativas será en base a los criterios solicitados por el cliente y por los autores del proyecto. Los criterios del cliente radican en el tiempo de construcción y el presupuesto. Todos los criterios para considerar se detallan a continuación:

- Presupuesto. – Este está restringido en base a la dimensión y costo de una bodega central construida recientemente cerca del área de implantación. El presupuesto estimado tomará en consideración los elementos estructurales tales como cimentación, losa, columnas, vigas y cubierta. La ponderación que tiene este criterio será del 40%
- Tiempo de construcción. - El requerimiento del cliente es que una vez aprobado los diseños y el presupuesto. Y una vez entregado un anticipo la obra culmine en un periodo de 4 meses máximo. La ponderación a este criterio es del 30%
- Complejidad. - Este criterio evaluará los procesos constructivos dependiendo de la zona en la que se encuentra la obra, los materiales a utilizar y el personal calificado necesario para la ejecución. La ponderación a este criterio es del 20%.
- Impacto ambiental. – Este criterio propuesto por los autores evaluará las acciones que potencialmente podría causar un impacto ambiental y su ponderación será considerada con el 10%

2.2.1.3 Análisis detallado de alternativas

Actualmente, en nuestro país el hormigón es uno de los materiales más utilizados para la construcción civil, esto debido a: su bajo costo por producción local a diferencia del acero, a los materiales que pueden ser conseguidos en la zona, la mano de obra con baja calificación y a su convencionalidad de procesos constructivos. Las dos primeras alternativas de construcción con hormigón armado proponen una losa alivianada o también conocida como nervada.

Este tipo de losa se compone por una zona angosta que serán llamadas viguetas, por la cual atraviesan barras de acero de refuerzo y encima una capa de hormigón que actúa a compresión. Es una forma más económica de construir losas, permitiendo a su vez cubrir luces mayores. (Pereira, 2021). Debido a que nuestro proyecto presenta una forma rectangular es óptimo y recomendable el uso de nervios en una sola dirección, siendo esta la dirección donde se encuentre la luz más pequeña. No obstante, se presenta la opción de realizarla con doble dirección para mayor

seguridad, sin embargo, el costo sería mas elevado debido a la cantidad de acero utilizado en los nervios. La alternativa con losa en 1 dirección representa un ahorro en presupuesto debido a los materiales, a la mano de obra y reducción de uso de acero en nervios. (Gámez, Saldaña, & Gómez, 2017). La alternativa con losa en 2 direcciones mantiene muchos aspectos favorables en su presupuesto debido a las mismas causas que la alternativa 1, sin embargo, su costo es más elevado que la alternativa 1 debido a una mayor cantidad de material requerido. El costo de construcción por metro cuadrado de una edificación de hormigón armado ronda entre los \$650 y \$750 aproximadamente según fuente de constructores en la ciudad de Portoviejo para el año 2021.

Por otro lado, tenemos la alternativa de estructura con perfiles de acero. La cual utilizaría una losa colaborante con placa deck. Considerando que esta opción representaría un elevado valor en el presupuesto, ya que se requiere mano de obra calificada estimando un costo de construcción entre \$780-\$900 el metro cuadrado, sin considerar, los mantenimientos que se deben llevar a cabo cada cierto tiempo para evitar la oxidación.

El tiempo de construcción de la edificación con hormigón armado dependerá del rendimiento de la cuadrilla de obreros y espacio que se tenga para una fundición cómoda y rápida del hormigón. Para el caso de la estructura de acero su complejidad radica en la instalación y soldadura correcta por parte del personal calificado, sin embargo, el tiempo de construcción sería menor en comparación con una obra de hormigón armado.

Comparando el impacto ambiental entre el hormigón y el acero, el hormigón presenta más desperdicios esperados, el material desde su elaboración emana contaminación, mientras que, el acero aún cuando presenta contaminación por fabricación, presenta menos desperdicios.

2.2.1.4 Escala del criterio

En referencia de lo requerido y óptimo por y para el cliente.

Tabla 2-9 Escala del criterio [autores]

Muy desfavorable	desfavorable	Cercano	favorable	Muy favorable
1	2	3	4	5

2.2.1.5 Evaluación de criterios en las alternativas

Tabla 2-10 Comparación de evaluación de alternativas [autores]

	30%	40%	20%	10%	100%
	Tiempo	Presupuesto	Complejidad	Impacto Ambiental	Total
Alternativa					
1.-H-A Losa 1 dirección	3 18.00%	4 32.00%	4 16.00%	3 6.00%	72.00%
2.-H-A Losa 2 direcciones	3 18.00%	3 24.00%	3 12.00%	3 6.00%	60.00%
3.- Est. Metálica	4 24.00%	2 16.00%	2 8.00%	4 8.00%	56.00%

2.2.1.6 Selección de alternativas

En base al análisis de alternativas podemos observar que la opción más acertada que cumple con los criterios establecidos es la opción 1 “Estructura de Hormigón Armado de dos niveles, con losa alivianada en 1 dirección y cubierta metálica”, debido a que el presupuesto, tiempo de ejecución y complejidad de construcción se acercan mucho a lo solicitado por el cliente y de manera general presenta un mayor porcentaje de ser una alternativa favorable en comparación con las otras alternativas. Con esta propuesta se podrá utilizar mano de obra local, materiales que estén localizados en la zona, uso de encofrados de madera, apuntalamiento con caña, bloques, mallas.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

3.1.1 Modelado de la estructura

Para el modelado se consideraron aspectos como:

- Reducir a un 80% el momento de inercia de una columna en ambos ejes con el fin de considerar el agrietamiento del hormigón
- Reducir a un 50% el momento de inercia de una viga en su eje principal con el fin de considerar los agrietamientos.
- Se consideró una resistencia requerida a la compresión a los 28 días, f'_c de 240 kg/cm².
- Las varillas de refuerzo tienen una resistencia a la fluencia de 4200 kg/cm².
- El modelado de la losa es un tipo membrana.

Figura 3-1 Modelado en programa de análisis estructural [autores]

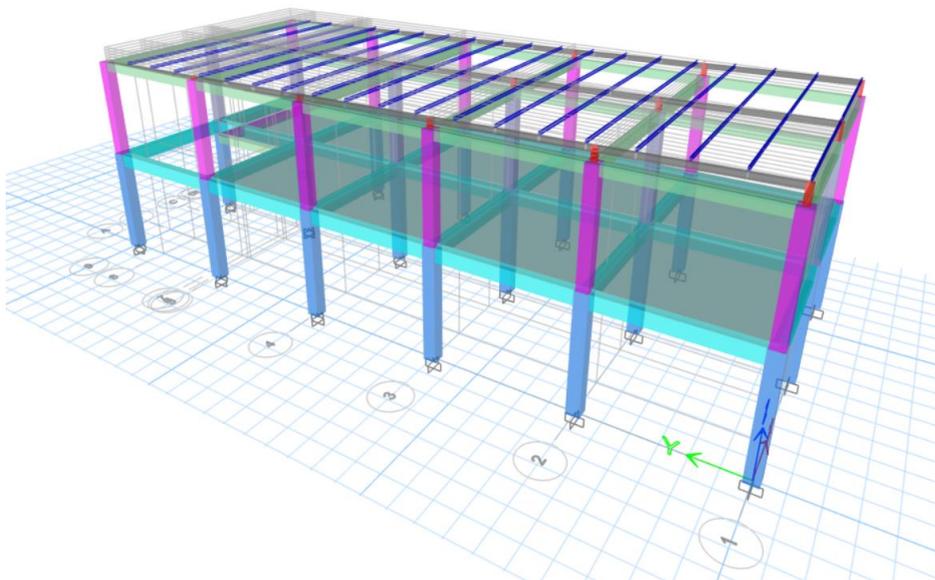
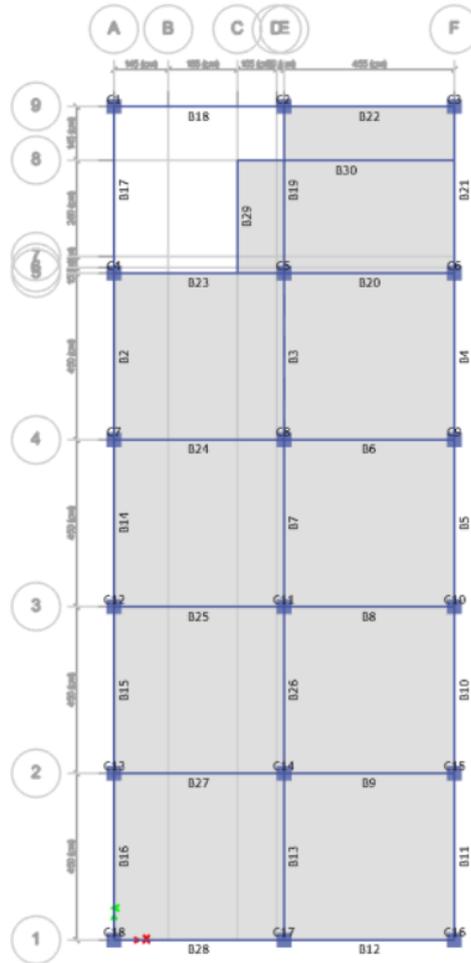


Figura 3-2 Vista en planta del modelado[autores]



3.1.2 Pre-dimensionamiento de columna

$$w_D = 0.677 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$w_L = 0.734 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$w_u = 1.2 * w_D + 1.6 * w_L = 1.98 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$P = w_u * 4.55\text{m} * 4.5\text{m} = 81.36 \text{ ton}$$

$$A_{min} = \frac{P}{n * f'_c}$$

donde $n = 0.35$ es para columna esquinera $n = 0.4$ para columna de borde $n = 0.5$ para columna central

$$A_{min} = \frac{P}{0.35 * f'_c} = 1100 \text{ cm}^2$$

Se selecciona columnas de 40x40cm para el primer piso

3.1.3 Pre-dimensionamiento de vigas

Criterio por deflexión

$$l = 4.55 \text{ m}$$

$$h = \frac{l}{16} = 0.284 \text{ m (altura minima)(simplemente apoyado)}$$

$$b = \frac{2 * h}{3} = 0.267 \text{ m}$$

Criterio por resistencia

$$w_u = 1.2 * w_D + 1.6 * w_L = 1.98 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_u = w_u * l = 8.914 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$M_u = \frac{q_u * l^2}{8} = 19.248 \text{ ton} * \text{m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = 2138667 \text{ kgf} * \text{cm}$$

$$d = \sqrt{\frac{M_n}{\rho * b * f_y * \left(1 - \frac{0.59 * \rho * f_y}{f'_c}\right)}} = 40.593 \text{ cm}$$

Se escoge una altura de viga de h = 45 cm y un ancho de b= 30 cm

3.1.4 Pre-dimensionamiento de Losas

Losas en 1 dirección

$$l = 4.55 \text{ m}$$

$$h = \frac{l}{20} = 0.208 \text{ m (altura minima)(simplemente apoyado)}$$

Para el análisis se escogió una altura de 25 cm. Donde la loseta de compresión era de 5 cm y la altura del nervio de 20 cm con un ancho de nervio de 10cm y un espacio para bloques de 40cm.

3.1.5 Comparaciones de estimaciones de prediseño con el modelo estructural

Periodo fundamental

Tabla 3-1 Periodo fundamental [autores]

Periodo fundamental	
Calculado	Programa de análisis estructural
0.323 seg	0.337 seg

Cortante basal

Tabla 3-2 Cortante basal [autores]

Cortante basal	
Calculado	Programa de análisis estructural
23.7 tonf	31.94 tonf

Masa sísmica

Tabla 3-3 Masa sísmica [autores]

Masa sísmica	
Calculado	Programa de análisis estructural
187.7 tonf	227 tonf

3.1.6 Deriva de piso

Según la NEC para estructuras de hormigón armado, estructuras metálicas y de madera la deriva inelástica de cada piso no excederá la deriva máxima admisible de $\Delta_{Max} = 0.02$. La deriva inelástica de cada piso se calculará con la siguiente formula:

$$\Delta = 0.75R\Delta_E$$

Δ = Deriva inelástica de piso

Δ_E = Desplazamiento elástico de piso

R = Factor de reducción de resistencia ($R=8$)

Las derivas elásticas de pisos para los sismos en x y y se pueden observar en los siguientes gráficos obtenidos del programa de análisis estructural.

Figura 3-3 Derivas elástica de piso para el sismo en x [autores]

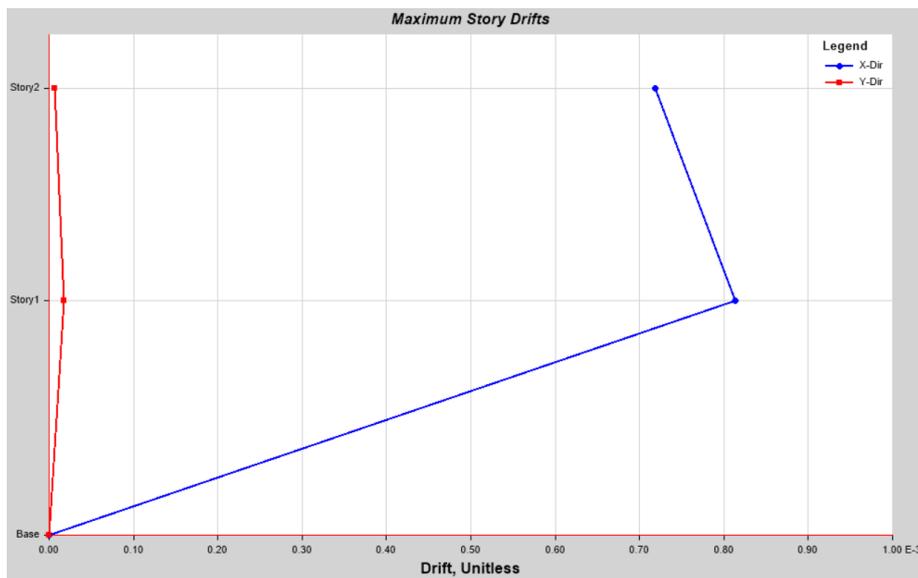


Figura 3-4 Derivas elástica de piso para el sismo en y [autores]

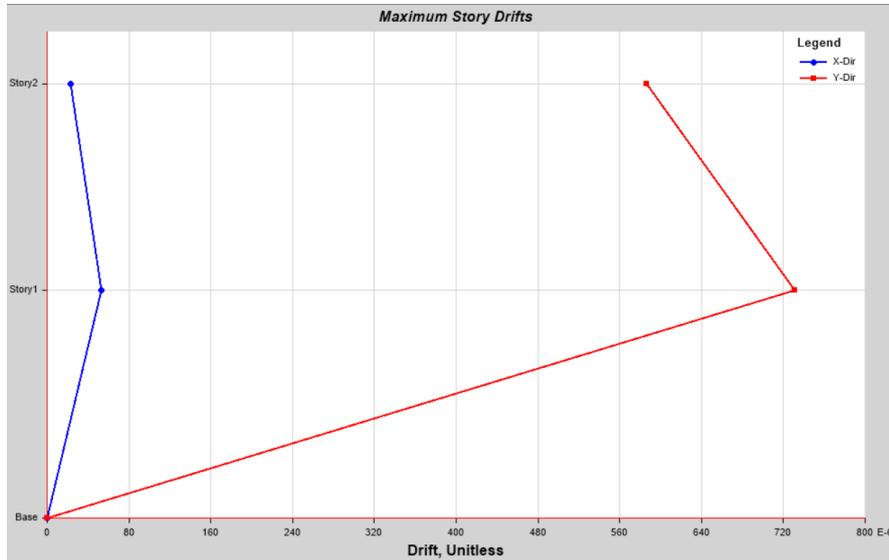


Tabla 3-4 Verificación de las derivas de piso [autores]

Piso	Δ_E	Δ	Δ_{Max}	Conclusión
Eje x				
2	0.000719	0.0043	0.02	$\Delta \leq \Delta_{Max}$ OK
1	0.000814	0.0049	0.02	$\Delta \leq \Delta_{Max}$ OK
Eje y				
2	0.000586	0.0035	0.02	$\Delta \leq \Delta_{Max}$ OK
1	0.000731	0.0044	0.02	$\Delta \leq \Delta_{Max}$ OK

3.1.7 Índice de estabilidad

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

Q_i = Índice de estabilidad del piso i.

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

Δ_i = Deriva del piso i calculada en el centro de masas del piso.

V_i = Cortante sísmico del piso i.

h_i = Altura del piso i considerado.

Figura 3-5 Cortante piso debido al sismo en X [autores]

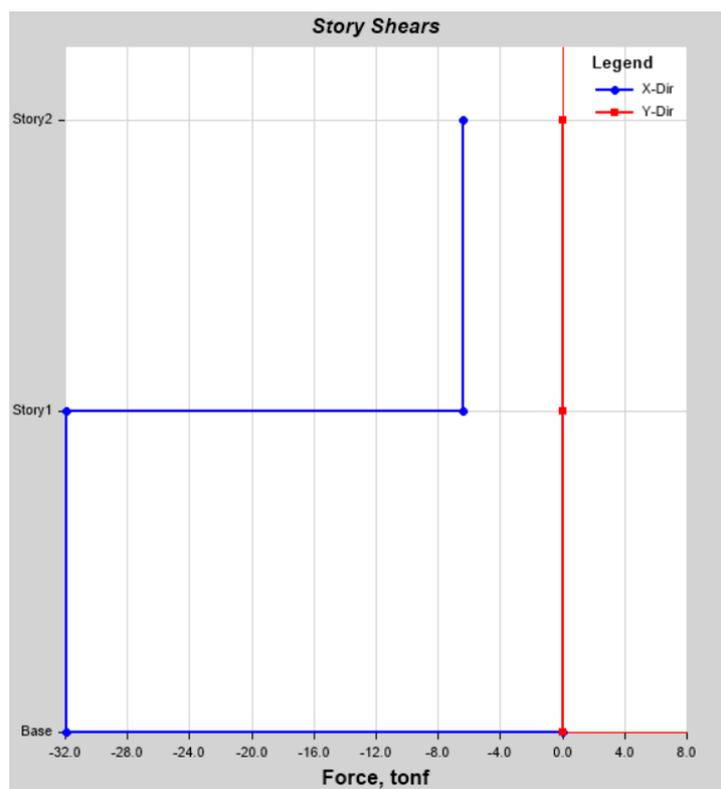
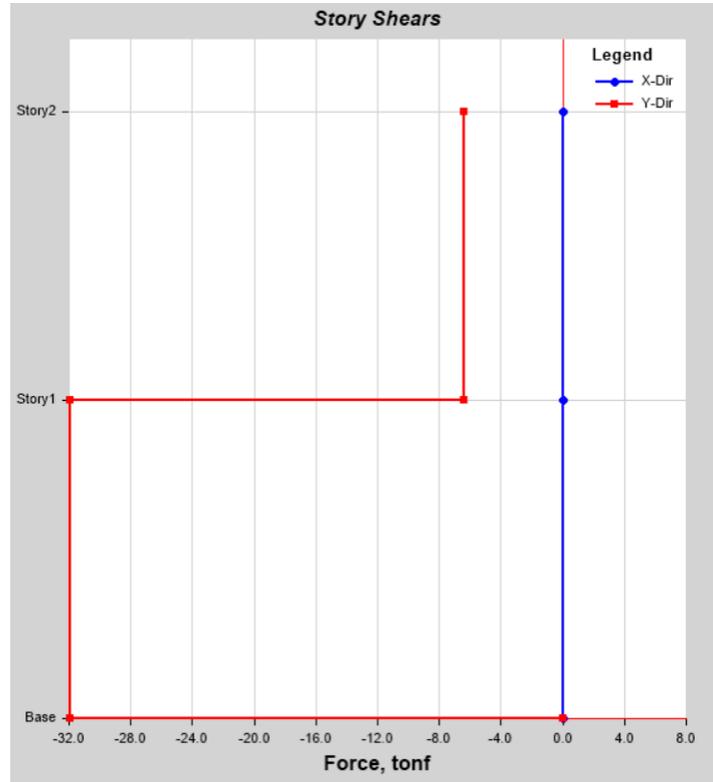


Figura 3-6 Cortante piso debido al sismo en Y [autores]



Si se cumple que $Q_i \leq 0.3$ la estructura es estable y no será necesario ningún tipo rigidizador.

Tabla 3-5 Verificación del índice de estabilidad de piso [autores]

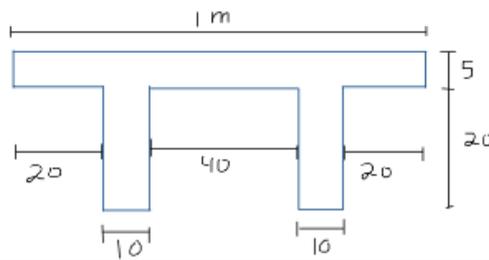
Piso	P_i [ton]	Δ_i	V_i [ton]	h_i [m]	Q_i	Conclusión
Eje x						
2	45.3+13.7	0.0043	8.00	3.4	0.034	$Q \leq 0.3$ OK
1	190+149	0.0049	31.94	3.75	0.052	$Q \leq 0.3$ OK
Eje y						
2	45.3+13.7	0.0035	8.00	3.4	0.028	$Q \leq 0.3$ OK
1	190+149	0.0044	31.94	3.75	0.046	$Q \leq 0.3$ OK

3.1.8 Diseño de losa

La memoria de cálculo del diseño de losa se encuentra en el anexo B de este documento.

La losa escogida tuvo una altura total de 25cm. Donde la loseta de compresión fue de 5cm de espesor. Y la dimensión de los nervios es de 20 cm de alto con 10 cm de ancho separados 40 cm entre eje a eje, tal como se muestra en la figura.

Figura 3-7 Boceto de prediseño de losa [autores]



Para el diseño se consideró recubrimiento de 2cm y además se usaron las siguientes formulas.

Los momentos positivos se estimaron con:

$$M_u = \frac{q * l^2}{14}$$

Y los negativos

$$M_u = \frac{q * l^2}{10}$$

Mientras que la sollicitación de cortante se estimó como

$$V_u = 1.15 * \frac{q * l}{2}$$

La cuantía requerida se determinó en base la fórmula de momento requerido para vigas.

$$\phi M_n = \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - \frac{0.59 * \rho * f_y}{f'_c} \right)$$

$$\rho = \frac{0.85 * f'_c * b * d}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\phi * 0.85 * b * d^2 * f'_c}} \right)$$

En donde el área requerida de acero es

$$A_{req} = \rho * b * d$$

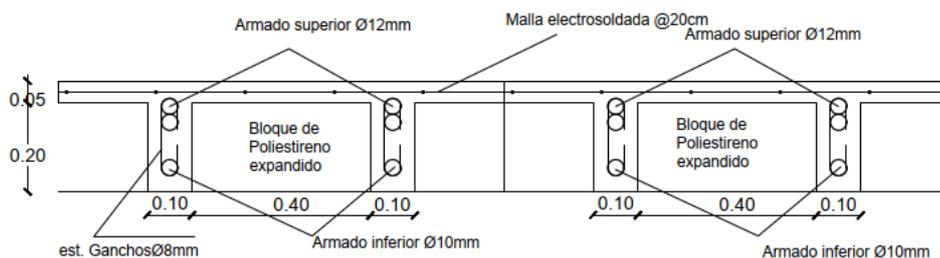
La resistencia al cortante que es proporcionada por el hormigón se estimó con:

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

La distribución de acero a lo largo del nervio se hizo considerando ahorro de varillas en donde las demandas de momento eran menores. Es por eso, que para las demandas de momento negativo se refuerza las esquinas del nervio con una varilla más de 12mm y para las demandas de momento positivo se refuerza el centro del claro con una varilla más de 10mm. Además, como el cortante resistente que proporciona la sección de hormigón no es capaz de resistir las demandas, por eso se proporciona unas vinchas de 8mm cada 10cm.

Además, para mitigar las fisuras que produce la retracción del hormigón se seleccionó una malla electrosoldada de 6mm separadas cada 20cm.

Figura 3-8 Detalle del armado de la losa cerca de los bordes [autores]



3.1.9 Diseño de vigas

La memoria de cálculo del diseño de vigas se encuentra en el anexo B de este documento.

Se realizó un diseño por ejes. Los tipos de vigas se diseñaron para los ejes 1-6, A y C, B. Para la segunda planta todos los ejes se diseñaron con el mismo tipo de viga ya que las solicitaciones de momentos fueron bajas.

Las solicitaciones de momentos de las vigas para cada eje fueron las siguientes:

Figura 3-9 Resumen de las solicitaciones en vigas por eje [autores]

EJE A				EJE B			
Vigas	Momento	centro	Momento	Vigas	Momento	centro	Momento
Seccion	izq		der	Seccion	izq		der
	B2	B17	B16		B26		B13
30x45	-5.6	-0.16	-5.86	30x45	-8.64	0	-9.24
	1.44	3.3	2.13		0.15	6.45	0
	B16	B16	B17		B13	B13	

EJE 1-6				EJE C			
Vigas	Momento	centro	Momento	Vigas	Momento	centro	Momento
Seccion	izq		der	Seccion	izq		der
	B9	B18	B27		B21		B21
30x45	-10.229	0.32	-10.176	30x45	-6.52	0	-5.98
	2.23	6.4	1.902		1.13	4.84	0.6
	B18	B6	B22		B11	B21	B21

Segundo piso			
Vigas	Momento	centro	Momento
Seccion	izq		der
	B27	B27	B9
25x30	-1.095	0.0309	-1.089
	0.449	0.2647	0.45
	B9	B18	B27

Usando

Para determinar la cuantía que requiere el diseño a flexión se usó la formula ya mencionada en el diseño de losa.

$$\rho = \frac{0.85 * f'_c * b * d}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\phi * 0.85 * b * d^2 * f'_c}} \right)$$

En donde el área requerida de acero es

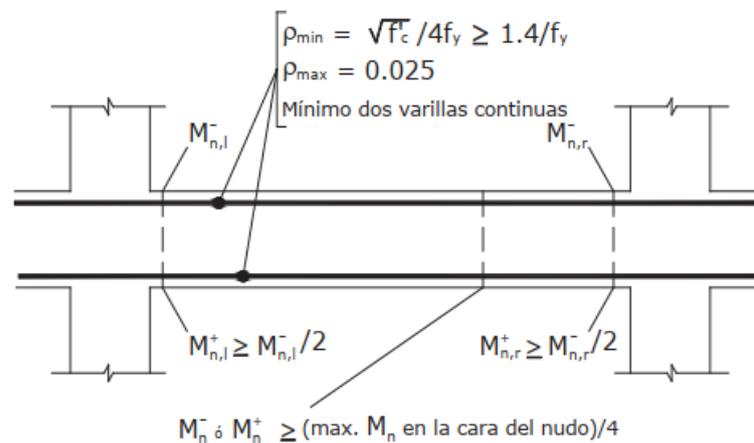
$$A_{req} = \rho * b * d$$

Teniendo en cuenta que la cuantía mínima es en base a:

$$\rho_{min} = \max \left[\frac{0.8}{f_y} * \sqrt{f'_c}, \frac{14}{f_y} \right]$$

Además, se debe tener en cuenta que el momento resistente a flexión debe cumplir con las siguientes relaciones mostradas en la figura.

Figura 3-10 Requisitos de refuerzo longitudinal [NEC 2015]



Para la estimación de la demanda por corte, como indica el ACI, se lo realizó en base al momento plástico probable y aumentando en un 25% la fluencia ($f_y = 1.25f_y$) de las varillas de refuerzo ya que esto permite considerar una sobre resistencia del material y que por seguridad no falle a cortante.

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

Donde,

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

Cortante debido a sismo es:

$$V_g = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l}$$

Cortante debido a la fuerza gravitacional

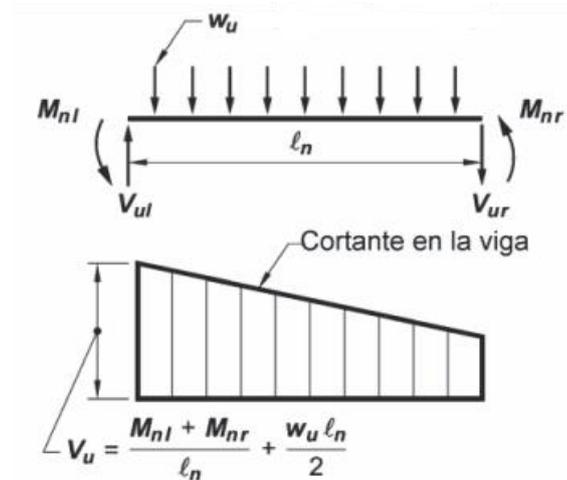
$$V_g = w_u * \frac{l}{2}$$

Donde w_u = es la carga uniformemente distribuida que recibe la viga.

La demanda de cortante o cortante para diseño es igual a

$$V_u = V_e = V_g + V_{eq}$$

Figura 3-11 Cortante de diseño para vigas [ACI 318-14]



Para el diseño por corte se verifica que

$$V_u \leq \phi \left(V_c + 2.2 * \sqrt{f'_c} * b * d \right)$$

El diseño final de un tipo de viga se muestra en la siguiente imagen

Figura 3-12 Detalle del armado de una viga [autores]

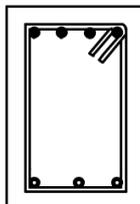
Sección 30X45

VIGA 1-6

NV. +3.75 m

ESC - H 1:50

V 1:25



⊕ 4 Ø16mm

○ 3 Ø14mm

3.1.10 Diseño de columnas

La memoria de cálculo del diseño de columnas se encuentra en el anexo B de este documento.

Las solicitaciones de las columnas se detallan en la siguiente imagen:

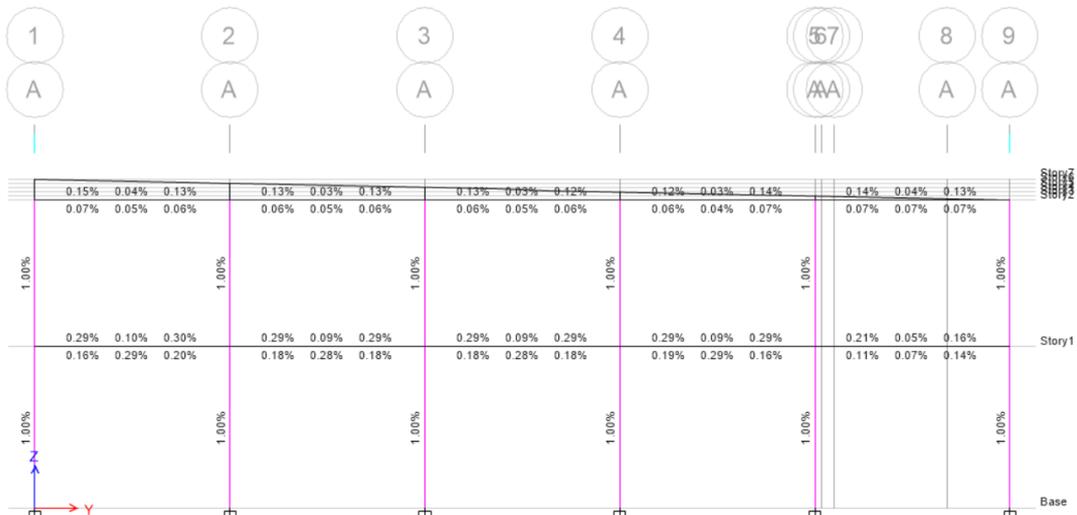
Figura 3-13 Solicitaciones de las columnas [autores]

Columnas

Columna	Ubicación	Pu	Pu - suelo	Mux	Muy	Mux-suelo	Muy-suelo
40x40	Esquinas	14.36 C3	15.9 C3	4.55 C3	4.42 C3	4.67 C18	5.79 C18
40x40	Borde	26.62 C15	28.15 C15	2.97 C6	5.72 C6	4.25 C6	6.1 C15
40x40	Centro	52.6 C14	54.1 C14	2.79 C14	4.12 C5	4.1 C14	5.26 C5
35x35	Todas	4.96 C11	6.05 C11	1.44 C2	1.37 C7	2.49 C17	2.96 C6

La cuantía requerida que indica el programa de análisis estructural es el mínimo, este es de 1%.

Figura 3-14 Cuantía requerida por la columna [autores]



La selección del tamaño de las varillas de acero de refuerzo y su distribución, tamaño y separación de estribos se encuentra en los cálculos de la memoria técnica en la parte de anexos.

Las columnas para el primer nivel fueron de 40x40 con una distribución de acero de 8 varillas de 16mm. Con estribos de 10mm separadas cada 10cm.

EL diagrama de interacción del diseño de columna tipo para las columnas del primer nivel es el que se muestra en el siguiente gráfico. En donde se puede observar que ese tamaño de columna con esa distribución de acero es capaz de resistir las demandas de fuerza axial y momento flector de todas las columnas del primer piso.

Figura 3-15 Detalle del armado de la sección transversal de la columna C1 [autores]

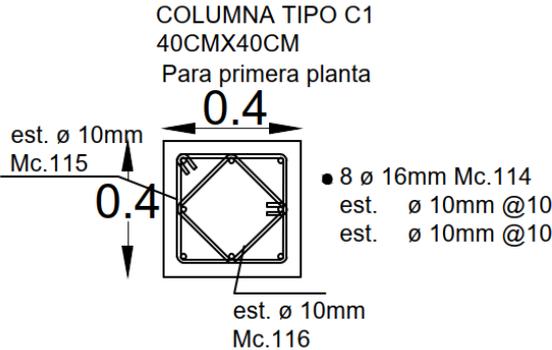
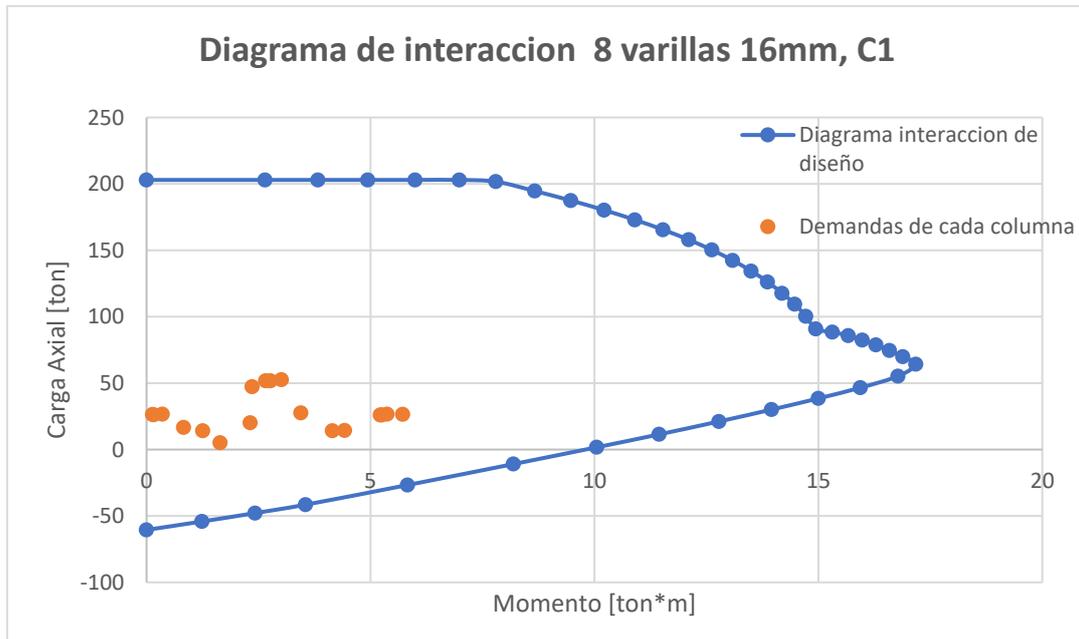


Figura 3-16 Diagrama de interacción de la columna C1 [autores]



Para las columnas de la segunda planta se consideró un diseño de una columna de tamaño de 35x35 cm con una distribución de 8 varillas de acero longitudinal de 14mm con unos estribos de 10 cm separados 10cm.

En el siguiente grafico se puede observar el diagrama de interacción de la columna en donde se muestra que es capaz de resistir todas las sollicitaciones de fuerza axial y momento flector que demandan todas las columnas de la segunda planta.

Figura 3-17 Detalle del armado de la sección transversal de la columna C2 [autores]

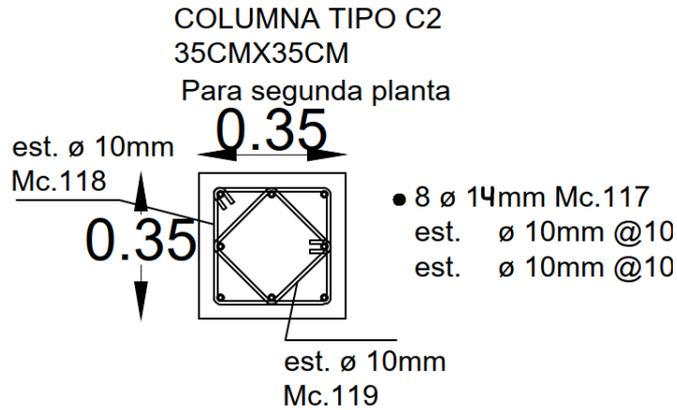
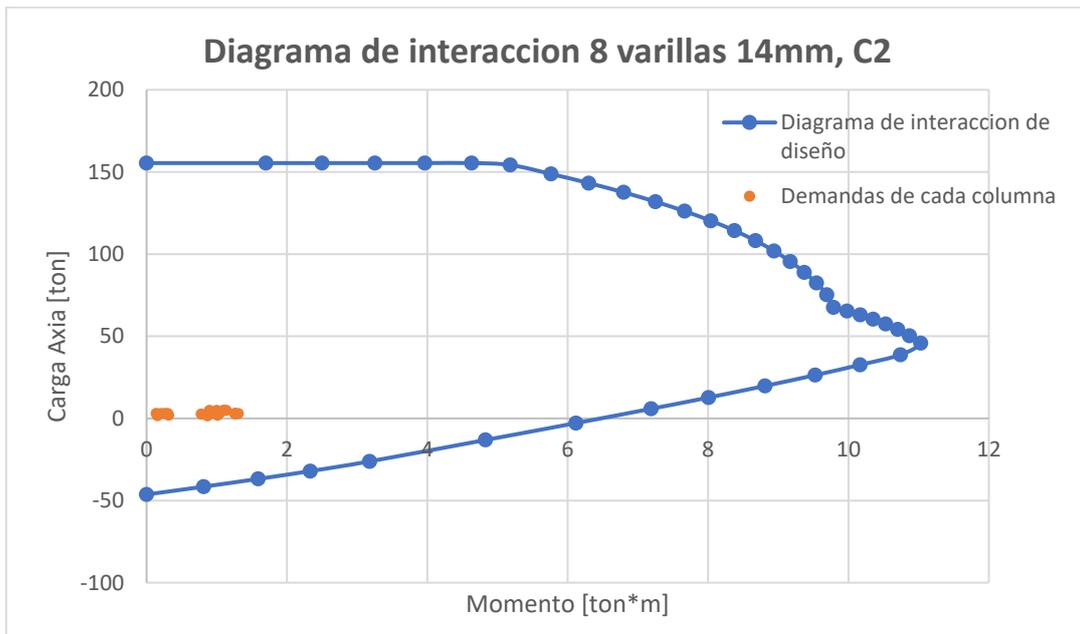
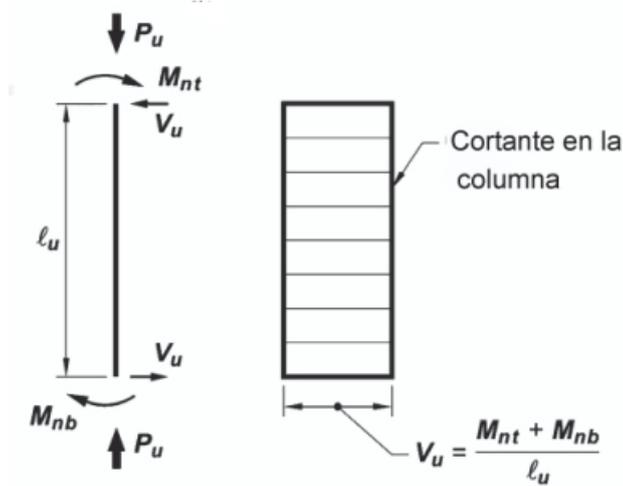


Figura 3-18 Diagrama de interacción de la columna C2 [autores]



El diseño por corte se lo realizó la demanda de sollicitación V_u . El cual se calcula a partir del momento plástico probable en sus extremos de la misma forma que se calculó para las vigas.

Figura 3-19 Cortante de diseño para columna [ACI 318-14]



3.1.11 Criterio Columna fuerte – Viga débil

Cumplir con el criterio columna fuerte – viga débil en cada nodo de la estructura, es cumplir con la siguiente relación.

$$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} * \sum M_{nb}$$

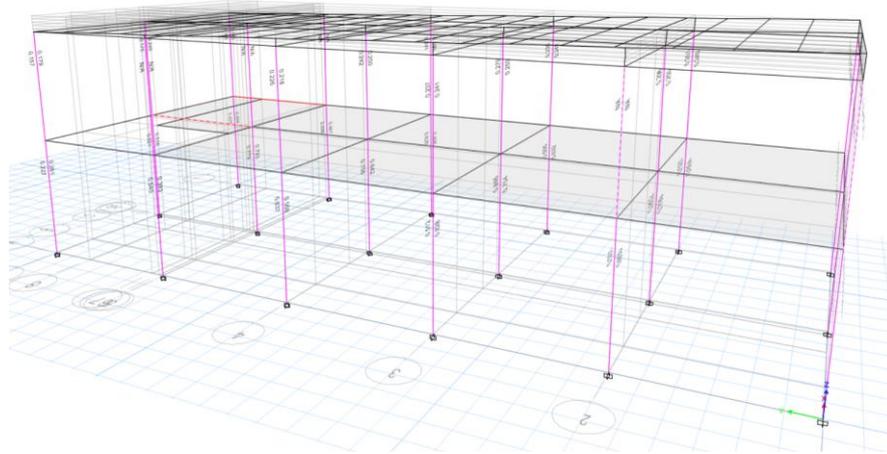
$\sum M_{nc}$ = suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo

$\sum M_{nb}$ = suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo

La finalidad de este criterio es disminuir la probabilidad de fluencia de la columna ante fuerzas sísmicas. Ya que si en determinado nudo las columnas no son más resistentes que las vigas existen una mayor posibilidad de que las columnas terminen fallando primero que las vigas lo que generaría un posible colapso de la estructura. (ACI 318-14)

El criterio fue analizado en el programa de análisis estructural en donde se pudo observar que cada nodo cumplía con el criterio.

Figura 3-20 Verificación de criterio viga columna en programa de análisis estructural [autores]



3.1.12 Diseño de riostras

La memoria de cálculo del diseño de las riostras se encuentra en el anexo B de este documento.

Las riostras se diseñaron como si fuera una viga que está sometida una carga a tensión en sus extremos equivalente al 10% de la máxima carga a compresión a la que está sometida una zapata y una carga uniformemente distribuida que representa el peso de la pared.

Con esa sollicitación de carga las riostras se diseñan como si fuera una viga y el diseño final quedó de la siguiente forma.

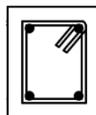
Figura 3-21 Diseño final de las riostras de cimentación [autores]

Sección 25X30
A-B-C

NV. +7.15 m

ESC - H 1:50

V 1:25



⊕ 4 Ø12mm

3.1.13 Diseño hidrosanitario

La memoria de cálculo del diseño instalaciones para abastecimiento de agua potable se encuentra en el anexo B7 de este documento.

Para el diseño hidrosanitario de agua potable se tomaron en cuenta ciertos aspectos que se indican en la NEC10-Cap 16

- La red interna de agua potable se diseña para el aparato más crítico; es decir, el más alejado dentro de una edificación.
- Debido a que la edificación es de dos pisos, el tipo de abastecimiento será directo desde la acometida ya que la presión interna que maneja el complejo del hospital sería suficiente para abastecer los puntos de agua potable y más aun considerando que los puntos de agua solo están en el primer piso.
- La velocidad del agua en las tuberías deberá fluctuar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s.

Para diseñar se analizó cuáles son los aparatos sanitarios que habrá en la edificación y se determinó el caudal que demandaría en total cada tipo de aparato sanitario. Siendo así, un lavabo, el caudal que consume es 0.1 l/s y como habrá tres aparatos sanitarios. El caudal instantáneo total de los lavabos es de 0.3 l/t.

El caudal de diseño se determina en base a la multiplicación del caudal instantáneo total en las salidas de los puntos de agua con el coeficiente de simultaneidad.

Tabla 3-6 Lista de aparatos sanitarios y su caudal [autores]

Aparato sanitario	Q instantáneo min [l/s]	n	Total, Qins min [l/s]
Bañera / tina	0.3	0	0
Bidet	0.1	0	0
Calentadores / calderas	0.3	0	0
Ducha	0.2	0	0
Fregadero cocina	0.2	0	0
Fuentes para beber	0.1	0	0
Grifo para manguera	0.2	0	0
Inodoro con depósito	0.1	3	0.3
Inodoro con fluxor	1.25	0	0
Lavabo	0.1	3	0.3
Máquina de lavar ropa	0.2	0	0
Máquina lava vajilla	0.2	0	0
Urinario con fluxor	0.5	0	0
Urinario con llave	0.15	0	0
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1	0	0
	Total, de salidas "n"	6	
	Qinst total [l/s]		0.6
	ks		0.518
	QMP [l/s]		0.31

En donde el coeficiente de simultaneidad debe estar entre 0.2 y 1, viene dado por la siguiente expresión:

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0.04 + 0.04 * \log(\log n))$$

n = numero total de aparatos sanitarios

$F = 1$ para edificios de oficinas y semejantes.

$$Q_{MP} = k_s * \sum q_i$$

q_i = caudal mínimo de los aparatos sanitarios. [l/s]

k_s = coeficiente de simultaneidad.

La longitud equivalente de los accesorios está dada por la siguiente expresión que está basada en la fórmula de Darcy-Weisbach

$$L_e = \left(A * \left(\frac{d}{25.4} \right) \pm B \right) * \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519}$$

L_e = longitud equivalente [m]

A, B = factores que dependen del tipo de accesorio

d = diámetro interno [mm]

C = coeficiente de fricción según el material de tubería

Figura 3-22 Factores para el cálculo de longitudes [catálogo]

Factores para el cálculo de longitudes equivalentes		
Accesorio	Factor A	Factor B
Codo 45°	0,38	0,02
Codo 90°	0,52	0,04
Entrada normal	0,46	-0,08
Reducción	0,15	0,01
Salida de tubería	0,77	0,04
Tee	0,53	0,04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1,56	0,37
Tee con reducción	0,56	0,33
Válvula de compuerta abierta	0,17	0,03
Válvula globo abierta	8,44	0,5
Válvula de pie con criba	6,38	0,4
Válvula de retención	3,2	0,03

Las pérdidas longitudinales para diámetros pequeños se determinaron con la fórmula de Flamant:

$$h_f = m * L * \left(\frac{V^{1.75}}{D^{1.25}} \right)$$

V = velocidad

D = diámetro de la tubería

L = longitud de tubería

m = constante del material del tubo

$$m = 0.00092 \text{ acero galvanizado}$$

$$m = 0.00054 \text{ plástico}$$

Perdida por velocidad

$$h_v = \frac{V^2}{2 * g}$$

Perdida por altura

$$h_z = h_v$$

Pérdidas totales

$$h_t = h_f + h_v + h_z$$

Para el diseño de la ruta crítica y verificar si los diámetros de tuberías escogidos cumplen con los criterios de velocidad y presión se hará uso de la siguiente hoja de cálculo, que estará en el anexo B del presente trabajo.

Figura 3-23 Formato de tabla diseño hidrosanitario [autores]

Tramo	Q [l/s]	N° Salidas	Coef. Simul.	Qd [l/s]	φ [in]	φint [mm]	A tub [mm ²]	V [m/s]	Lh [m]	Accesorios - Le [m]				Lt [m]	hf [m]	hv [m]	hz [m]	ht [m]	Prestion [m]
										Lv [m]	Codo 90°	Tee	Valvula						
PVC	A	B																	
PVC	B	C																	
PVC	C	D																	
PVC																			

3.1.14 Diseño de cimentación

La memoria de cálculo del diseño de la cimentación se realizó en base al estudio de suelo adquirido por el cliente y puede ser analizado a detalle en el anexo B1. Se diseñó bajo las especificaciones técnicas de la NEC 2015 y el texto de “Diseño de cimentaciones sísmo resistente utilizando Safe” del Ing. Marcelo Guerra A. MDI. (A, 2013)

Dentro del estudio se estableció que gobiernan los asentamientos frente a la capacidad de carga, ya que el suelo del terreno del proyecto es tipo D considerado como blando. Además de verificar que cumpla al cortante y a aplastamiento.

Como se trata de una estructura con una carga viva alta, debido a las cargas tipo librerías, se obtuvieron valores considerables de esfuerzos axiales en las columnas centrales, como lo reflejó el software estructural utilizado. Por lo que se optó por diseñar dos tipos de cimentaciones con diferentes dimensiones: 1.70m x 1.70m para las zapatas perimetrales y 2m x 2m para las zapatas centrales, con un mismo espesor que cumple a cortante de 30cm. Este criterio fue utilizado con el fin de lograr un ahorro en la cantidad de hormigón para las zapatas.

3.1.15 Diseño de Escalera

La memoria de cálculo del diseño de la escalera se encuentra en el anexo B6. Su diseño se respalda bajo las especificaciones técnicas de la NTE-INEN-2249 y la NEC-CG 2015. Las cargas consideradas son únicamente gravitaciones y no sísmicas. Además, al tratarse de un elemento que estará sometido a bajas cargas y bajo flujo de circulación no se diseñó una cimentación especial independiente. Esta estará enganchada con las cadenas de cimentación. Dentro del presente proyecto se muestra un montacarga, el cual no es diseñado por los autores, más bien, se recomienda la subcontratación de diseño o la compra de uno con estructura independiente.

3.2 Especificaciones técnicas

Conceptos y normas consideradas

Las normas consideradas para estimar cargas y realizar los diseños fueron:

- American Society of Civil Engineers (2016). "Minimum Design Loads for Buildings and other Structures", ASCE Standard ASCE/SEI-7-16,
- American Concrete Institute ACI 318-14
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 NEC-SE-CG-Cargas No Sísmicas.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 NEC-SE-HM-Estructuras Hormigón Armado.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 Capítulo 16: Instalaciones Hidrosanitarias.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-2249.- Especificaciones técnicas para escaleras

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Introducción

El Gobierno Autónomo Descentralizado de Portoviejo cuenta con un plan de desarrollo ambiental dentro de su “Plan de Desarrollo del Cantón Portoviejo 2014-2019” que involucran un contenido desgregado de propuestas estratégicas para el desarrollo integral de la ciudad. Portoviejo presenta una de las principales causas de contaminación con los escasos recursos hídricos en todos sus cauces debido a las malas prácticas agroforestales y al inadecuado manejo de los desechos sólidos, líquidos y contaminantes, (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo , 2015).

4.2 Objetivos

4.2.1 Objetivo General

Elaborar un estudio de impacto ambiental generado por las alternativas de materiales a utilizar en la construcción de una bodega de archivos pasivos, para reducir los factores de contaminación dentro de la propiedad e implementar un proceso de construcción sostenible.

4.2.2 Objetivos específicos

- Determinar los criterios del uso de las alternativas de materiales propuestos
- Realizar una valoración de las actividades que presenta la alternativa de construcción escogida
- Establecer medidas de control y seguimiento de los efectos perjudiciales generados
- Determinar el tipo de permiso ambiental de acuerdo con el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)

4.3 Descripción del proyecto

El presente proyecto tiene lugar en la ciudad de Portoviejo y tiene como finalidad el diseño estructural e hidrosanitario de una bodega de archivos pasivos de dos pisos con las siguientes alternativas para su diseño y construcción:

- Hormigón armado fundido manual y mecánicamente
- Estructura metálica y cubierta metálica

Se construirá dentro del predio de Solca Manabí el cual le ha destinado un área dentro del terreno de 576.64 m² y un área de construcción dentro del mismo de 225.95m². Este proyecto estará construido a los lados de un parqueadero de asfalto con acera y bordillo y de una bodega central de 515.52 m² de construcción de hormigón armado y cubierta metálica. En la figura 4.1 podemos observar el área de terreno establecida de 576.64 m² marcado con líneas perimetrales rojas y los demás detalles a su alrededor descritos anteriormente. En esta figura también podemos visualizar presencia de estructuras de hormigón y asfaltado en casi todo el terreno de la institución.

Figura 4-1 Vista área de parte del terreno de Solca. [Fuente: Propia]



4.3.1 Categorización ambiental

El tipo de permiso ambiental que se debe obtener para este proyecto tuvo que ser consultado en el SUIA (sistema único de información ambiental) en la página del ministerio del ambiente.

Entre todas las actividades que el SUIA permite. Este proyecto puede enmarcarse a la actividad de “Construcción y/o operación de edificios institucionales”, el cual establece que el permiso ambiental necesario es un “Certificado ambiental”.

Figura 4-2 Consulta de actividad ambiental y documento requerido. [SUIA]

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN Y/U OPERACIÓN DE EDIFICIOS INSTITUCIONALES
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

4.3.2 Fases del ciclo de vida según el COA

- **Construcción**

En esta etapa nos basaremos netamente en las características de este proceso desde un punto de vista ambiental. Su construcción se distinguirá dependiendo del material alternativo presentado

Hormigón Armado. – Esta alternativa, aunque es un factor importante para la economía de un país, representa un proceso industrial de producción con gran impacto ambiental. Los principales en su producción son: el polvo, el manejo inadecuado de efluentes, materiales peligrosos y no peligrosos, emisión de residuos y contaminación del aire. (Navas, Reyes, & Galván, 2015). Por ello, la elaboración del concreto debe considerar exigencias legales y técnicas para garantizar un buen desempeño y reducir la contaminación producida por su fabricación y uso. Por otro lado, el uso del concreto conlleva a otros materiales como encofrados de distintas fuentes ya sea natural o pétreos, estas piezas pueden ser reutilizables por una determinada cantidad de veces, luego aquello pierden valor y son desechadas.

Acero Estructural. – La industria de este material podría denominarse como una de las más poderosas e importantes a nivel mundial, en consecuencia, es uno de

los sectores más intensivos en el uso de energía y por ende uno de los mayores generadores de emisiones contaminantes. (Robayo, 2018). Dentro del área de la construcción con perfiles estructurales de acero se presentan varios aspectos que conllevan un alto impacto ambiental luego de su fabricación. Estos aspectos empiezan desde su corte, soldadura y su desecho. No obstante, es importante recalcar que este material puede ser reutilizado o reciclado para otros fines. Dentro del proceso de construcción debe ser cuidado y recubierto con una pintura anticorrosiva y así salvaguardar su composición y resistencia.

- **Operación**

Hormigón Armado. -Dentro de este paso la estructura de hormigón no requiere mayor mantenimiento

Acero Estructural. – El acero estructural requiere periódicamente revisión y mantenimiento.

- **Abandono**

Hormigón Armado. – Su abandono o demolición es definitiva y el material no es reutilizado ni reciclado. Sin embargo, debido a su alta resistencia podría mantenerse en buenas condiciones por muchos años y puede ser utilizado bajo remodelaciones previas.

Acero Estructural. – Su abandono o desarmado puede causar deterioro en el material y aunque en buenas condiciones puede ser reciclado para nuevas aleaciones, no es reutilizado ni reciclado si pierde sus propiedades.

4.3.3 Alcance

Verificar el cumplimiento de las medidas y/o acciones expuestas en las guías de buenas prácticas ambientales y normativas vigentes aplicadas dentro del proyecto.

4.3.4 Ubicación gráfica

El proyecto ambiental se encuentra dentro de una zona urbana de la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador. En este sector ubicado sobre la “Autopista Manabí Guillem” se presenta un nivel medio-bajo en vegetación a causa de la urbanización prolongada a las afueras de la ciudad del valle.

4.4 Línea base ambiental

4.4.1 Medio fisicoquímico

4.4.1.1 Clima

La temperatura promedio del cantón fluctúa entre los 21°C y los 31°C. Se presenta una alta humedad dentro de los meses de invierno y una sensación calida con calor y viento dentro de los meses de verano.

4.4.1.2 Geología y suelo

Fernández (1994) en su estudio afirma que en Portoviejo se encuentra un tipo de suelo correspondiente a un bosque espinoso tropical. Estos suelos se caracterizan, por lo general, por tener predominancia de arenisca.

4.4.1.3 Ruido

Aun cuando el proyecto no se encuentra en el centro de la ciudad se presentan ruido a causa de la urbanización cercana de puestos de comida, taxismo, personas concurriendo las instalaciones hospitalarias de la institución y de los alrededores.

4.4.2 Medio físico-biótico

4.4.2.1 Paisaje-Percepción visual

El impacto visual que creará el nuevo proyecto dará una percepción poco armoniosa con el medio ambiente ya que las áreas verdes y libres se reducirán y solo a la vista habrá edificaciones de hormigón y pavimentos flexible de asfalto.

4.4.2.2 Flora y fauna

El proyecto se encuentra dentro del predio de SOLCA Manabí, el cual a su vez está en la zona urbana del cantón Portoviejo; por lo tanto, no se encuentra gran cantidad de flora y fauna, a más de unos cuantos arboles con insectos que puedan vivir en ellos.

4.4.3 Medio socioeconómico

4.4.3.1 Red vial

El proyecto al estar ubicado en una zona urbana no habrá dificultad en el transporte de maquinarias, camiones para desalojo y transporte de obreros ya que en los alrededores se tiene una red vial pavimentada.

4.4.3.2 Calidad de vida

Solca Núcleo Portoviejo tiene un adecuado servicio de electricidad, además de apropiado servicio de agua potable y red de aguas servidas. Así como un proveedor de limpieza de desechos hospitalarios y para los otros tipos de desechos el recolector de desechos municipal. Por lo que suplir estos parámetros o necesidades no es problema alguno.

4.5 Actividades del proyecto

Tabla 4-1 Descripción de las actividades del proyecto [autores]

Actividades	Actividades	Descripción
Construcción	Limpieza y desbroce	Desalojo de capa vegetal y objetos que obstaculicen el trabajo
	Desalojo de material excavado	Deposición de material de desalojo hasta sitios autorizados
	Compactación de terreno	Haciendo uso de compactadores se compactará el suelo o relleno
	Hormigonado	Fundición in situ de elementos estructurales
	Armado estructural	Armar los elementos estructurales
	Encofrado	
	Acopio y transporte de materiales	
	Instalación de cerramiento provisional	Delimitar la zona de construcción
	Obras complementarias	Implementar una garita provisional para almacenamiento de herramientas u otra obra necesaria para la ejecución de la obra

Operación	Consumo de agua	Agua que el personal de obra consumirá
	Uso de servicios higiénicos	Generación de residuos sólidos y producción de aguas residuales en los baños
	Generación de ruidos	Ruidos generados por las maquinas
Abandono	Desalojo de materiales	Remoción de materiales que sobran en la obra
	Desinstalación de obras provisionales	Desmonte de las obras provisionales que fueron necesarias para la ejecución de la obra

4.6 Identificación de impactos ambientales

En la siguiente matriz de causa y efecto, también conocida como Matriz de Leopold, se muestran las actividades antes mencionadas y los elementos o componentes ambientales que son afectados

En donde cada cuadro de intersección cuantifica dos criterios: la magnitud y la importancia de la actividad sobre los elementos ambientales en el rango del 1 al 10. Si la magnitud es de signo positivo indica que el impacto es a favor del medio ambiente, y si afecta negativamente el signo es negativo. Si el cuadro este vacío, represente que no hay ninguna relación.

Figura 4-1 Organización de la matriz de Leopold. [Autores]

	Actividades
Elementos ambientales afectados	<div style="text-align: center;"> <p>+M</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; width: 100%;"/> <p>I</p> </div>

Tabla 4-2 Identificación de los impactos que genera cada actividad usando la matriz de Leopold [Autores]

Impacto/Actividades	Contruccion									Operación			Abandono	
	Limpieza y desbroce	Desalojo de material excavado	Compactación de terreno	Hormigonado	Armado estructural	Encofrado	Acopio y transporte de materiales	Instalación de cerramiento provisional	Obras complementarias	Consumo de agua	Uso de servicios higiénicos	Generación de ruidos	Desalojo de materiales	Desinstalación de obras provisionales
Aire/acustica	/	4 7	4 6	3 7	/	/	6 3	/	/	/	/	8 6	/	4 3
Agua	2 4	/	/	4 7	/	/	/	/	6 7	8 6	/	/	4 6	4 4
Suelo	2 3	2 4	/	2 8	6 7	4 5	/	4 3	/	/	/	/	6 5	/
Flora y Fauna	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Paisaje	/	/	/	/	/	2 4	/	/	6 5	/	/	/	/	/
Salud y seguridad	/	4 4	/	4 7	/	/	6 5	/	/	/	8 6	6 5	/	/

4.7 Valoración de impactos ambientales

Sabiendo que existirán impactos por las diferentes actividades de la obra, es necesario evaluar su gravedad. Por lo tanto, se usa la metodología de valoración cualitativa del índice de impacto ambiental propuesto por tito (2020).

$$Imp = We * E + Wd * D + Wr * R$$

$$IA = \pm \sqrt{Imp + |mag|}$$

Donde;

- Imp Importancia del impacto ambiental
- E Extensión
- We Peso de extensión
- D Duración
- Wd Peso de duración
- R Reversibilidad
- Wr Peso de reversibilidad
- IA Valor de impacto ambiental

Mag Magnitud, (+) si afecta positivamente, (-) si afecta negativamente

La escala de valoración será la siguiente:

Tabla 4-3 Valoración del impacto ambiental [autores]

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

Una vez hecho el análisis de cada actividad estas quedan valoradas de la siguiente manera:

Tabla 4-4 Valoración del impacto ambiental que genera cada actividad en los elementos ambientales [autores]

Impacto/Actividades	Contruccion								Operación			Abandono		
	Limpieza y desbroce	Desalajo de material excavado	Compactación de terreno	Hormigonado	Armado estructural	Encofrado	Acopio y transporte de materiales	Instalación de cerramiento provisional	Obras complementarias	Consumo de agua	Uso de servicios higiénicos	Generación de ruidos	Desalajo de materiales	Desinstalación de obras provisionales
Aire/acustica		-3.76	-1.94	-3.16			-2.66					-3.16		-2.24
Agua	+1.94			-3.54						-1.22	-3.54		-5.00	-3.54
Suelo	-1.94	-4.08		-3.54	-1.94	-2.50		-1.41					-4.08	
Flora y Fauna														
Paisaje						-2.24			-2.50					
Salud y seguridad		-3.76		-3.16			-4.08					-3.16	-5.00	

Como se puede observar en el cuadro anterior y de acuerdo con la valoración del impacto ambiental, todas las actividades involucradas tienen un impacto despreciable sobre los elementos ambientales ya que tienen un $|IA| < 6.5$.

4.8 Medidas de prevención/mitigación

Para este proyecto al no tener tanto impacto ambiental, las medidas tomadas serán principalmente protectoras o preventivas. Tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 4-5 Medidas de prevención [Autores]

Elementos ambientales	Medidas de prevención
Aire/Acústica	<ul style="list-style-type: none">-Rociar agua en terrenos secos para evitar el levantamiento de polvo.-Obreros o visitantes deberán usar orejeras o tapones para disminuir los ruidos altos.-Maquinas o vehículos deberán tener un correcto mantenimiento a fin de evitar ruidos molestos fuera de lo común.
Agua	<ul style="list-style-type: none">-Asegurar que agua del hormigonado se deposite en la red de aguas lluvias o servidas.-No verter desechos tóxicos en los cuerpos de agua.
Suelo	<ul style="list-style-type: none">-Dar seguimiento al material de desalojo para que sean correctamente depositados en los lugares permitidos.-Evitar al mínimo el uso de encofrados de madera, ya que no son reusables a largo plazo.-Manejo adecuado o colocar las maquinas encima de recipientes para reducir la contaminación por diésel en caso de alguna fuga.
Flora y fauna	<ul style="list-style-type: none">-Arboles existentes deberán ser ubicados y replantados en otro sector.
Salud y seguridad	<ul style="list-style-type: none">-Colocar una zona de reciclaje en el comedor.-Proporcionar EPPs.-Cada dos días comenzar la jornada con charlas de seguridad que impidan accidentes.-Construcción de un cerramiento.-Respetar todas las medidas de bioseguridad.-Colocar toda la señalética necesaria de peligros en la zona de construcción.

4.9 Conclusiones

- Las actividades involucradas en la construcción de la bodega de archivos tienen un impacto despreciable hacia el ambiente.
- Las medidas tomadas son del tipo protectoras y preventivas, ya que las actividades involucradas en el proyecto no ameritan mayor preocupación.
- El tipo de permiso ambiental de acuerdo con el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) es un certificado ambiental; ya que, la actividad en la que se enmarca el proyecto es en la “Construcción y/o operación de edificios institucionales”

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

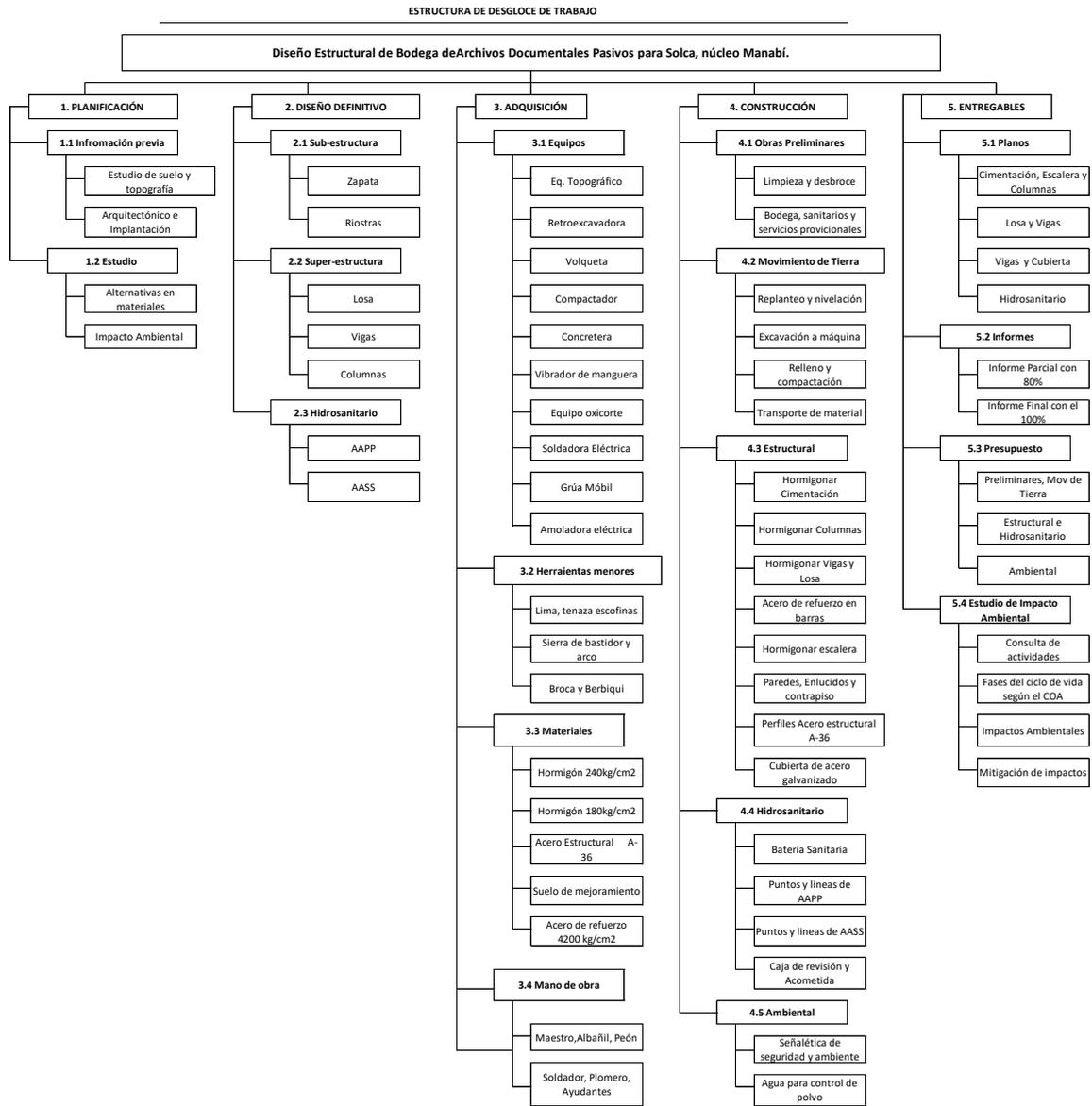
5.1 EDT

El presupuesto referencial se estima bajo un detallado análisis de precios unitarios de cada uno de los rubros establecidos a partir del diseño estructural e hidrosanitario (sin incluir agua lluvia) del proyecto. Este se desglosa por capítulos referentes a su área de estudio y etapa de construcción, a excepción del capítulo de ambiental, el cual está colocado en la parte inferior de la lista de rubros, sin embargo, se ejecuta a lo largo de todo el proceso constructivo.

Al realizar un análisis de precio para cada rubro, se incluye dentro el presupuesto la consideración de costos directo e indirectos, estos últimos abarcando costos como mano de obra, equipos, transporte y utilidad.

En la figura 5-1 se detalla un desglose del trabajo partiendo desde la planificación con la información obtenida por el cliente, los diseños definitivos de la estructura, la adquisición de equipos considerados en los APU, procesos de construcción y el detalle de los documentos entregables del proyecto.

Figura 5-1 Estructura de Desglose de Trabajo [autores]



5.2 Descripción de rubros

Los rubros se detallan bajo los siguientes capítulos, ordenados por secuencia constructiva:

1. **Preliminares.** – Actividades a ejecutar de manera previa al inicio de la obra.
2. **Movimientos de tierra.** - Relacionadas a la manipulación del material del terreno, incluyendo excavaciones, desalojos, rellenos y compactaciones.
3. **Presupuesto Estructural.** – Rubros que representan las actividades que reflejarán la edificación del proyecto, por medio de los materiales escogidos para su construcción. Por lo general es todo aquello llamado obra gris.
4. **Presupuesto Hidrosanitario.** – Dotaciones de material y servicio relacionados al uso del agua dentro de la edificación.
5. **Ambiental.** – Actividades relacionadas a la cuidado y preservación del manejo ambiental dentro de la responsabilidad que abarca el proyecto en obra.

Estos rubros están descritos para ser considerados para las dos plantas de la edificación y se presentan con su respectiva unidad de medida.

5.3 Análisis de precios unitarios

Para el análisis unitario de los costos de cada rubro se tomaron en consideración algunos factores fijos para todo el presupuesto, estos son: El valor de herramientas menores será el 5% del valor total de la mano de obra, la utilidad a contar será el 18% del valor final de cada rubro y los precios de salarios y materiales están sujetos a los reajustes de precios y salarios mínimos que establece al 2022 la Contraloría General del Estado- Dirección Nacional de Auditoría de Transporte, Vialidad, Infraestructura Portuaria y Aeroportuaria. Se presenta el formato que se utiliza en base a la legislación ecuatoriana y el detalle de cada uno de los rubros se encuentra en el Anexo C

Figura 5-2 Formato de APU [autores]

1.1 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL OFERENTE: Ana Cajape y Joel Viteri

BODEGA DE ARCHIVOS DOCUMENTALES PASIVOS PARA SOLCA

RUBRO:

Unidad :

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R=H/U	COSTO D=C*R
SUBTOTAL(M)					0.00000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL(N)					0.00000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT, B	COSTO C=A*B	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL(P)					0.00000
TOTAL COSTO UNITARIO DIRECTO (M+N+O+P) :					
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	0.00000
OTROS INDIRECTOS				-	0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO :					0.00000
VALOR OFERTADO :				U.S.D.	0.00000

5.4 Descripción de cantidades de obra

Con el objetivo de certificar las cantidades de los materiales a utilizar se realiza un cálculo de cantidades para cada uno de los rubros dentro del presupuesto, basados en el diseño y planos obtenidos previamente.

Se utilizó formato manual para determinar las cantidades y se anexó parámetros como desperdicio, como se muestra el de algunos materiales en la tabla 5-1 y cambio de volumen, por características del material con el objetivo de que no haga falta el material una vez iniciado la obra. El detalle del cálculo de cantidades se encuentra en el Anexo D.

Tabla 5-1 Desperdicios de materiales comunes [Hidalgo S. Espol 2022]

Desperdicios comunes en materiales

Material	% desperdicio promedio
Mezcla para concreto	5
Mortero	10
Ladrillo para muros	5
Clavos	15
Madera	10
Acero de refuerzo	
ϕ 3/8"	3
ϕ 1/2"	5
ϕ 3/4"	8
ϕ 1"	10

5.5 Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental

Definimos el análisis de costo-beneficio integral del proyecto como el uso de una serie de herramientas cuantitativas y cualitativas que se integran con el fin de conocer la conveniencia de la implementación de un proyecto de inversión de infraestructura.

Para establecer una alternativa óptima se consideraron varios criterios que permitieron reconocer la que mejor tiempo, grado de complejidad, presupuesto e impacto ambiental ofrecía. Para ello, una vez seleccionada la mejor alternativa de material se incluyeron en la lista de rubros aquellos que permitan asegurar prevención y mitigación del impacto ambiental, los cuales fueron 39 rubros con precios unitarios competitivos en el mercado actual. Se muestra en la figura 5-3 el presupuesto referencial con su monto total, el cual es obtenido considerando todas las actividades preliminares, obra gris, e instalaciones sanitarias sin incluir Aguas Lluvias. Es importante mencionar, que no está incluido el valor del montacarga, quedando a potestad del cliente la contratación de estudio o compra directa del mismo.

Figura 5-3 Presupuesto Referencial Total [autores]

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
OBRA : Bodega de archivos pasivos documentales de Solca, núcleo Portoviejo					
No.	Rubro / Descripción	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO GLOBAL
PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA					
PRELIMINARES					
1	Limpieza y desbroce normal	m2	276.75	2.44	\$ 675.27
2	Bodega provisional de material	mes	3.00	259.72	\$ 779.16
3	Alquiler de Sanitarios Portátiles, Incluye mantenimiento	mes	3.00	354.06	\$ 1,062.18
4	Servicios provisionales de electricidad y agua potable	mes	3.00	332.59	\$ 997.77
MOVIMIENTO DE TIERRA					
5	Replanteo y nivelación	m2	261.36	1.30	\$ 339.77
6	Excavación a máquina, incluye desalojo	m3	453.69	5.91	\$ 2,681.31
7	Relleno compactado manual con Sub Base clase III	m3	800.00	6.77	\$ 5,416.00
8	Transporte material de mejoramiento	m3xkm	80.00	2.38	\$ 190.51
PRESUPUESTO ESTRUCTURAL					
9	Hormigón Simple f'c=180kg/cm2 en Replanteo e=5cm	m3	4.90	113.84	\$ 557.82
10	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 en cadena de cimentación, incluye encofrado, bomba y transporte	m3	9.00	181.55	\$ 1,633.95
11	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 en Zapata de cimentación, incluye encofrado, bomba y transporte	m3	20.80	171.41	\$ 3,565.33
12	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 para columnas, incluye encofrado, bomba y transporte	m3	20.55	231.29	\$ 4,753.01
13	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 para vigas, incluye encofrado, bomba y transporte	m3	20.95	293.96	\$ 6,158.46
14	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 para losa de hormigón, incluye encofrado, bomba y transporte	m3	4.15	293.96	\$ 1,219.93
15	Suministro e instalación Bloques de poliestireno expandido 40x40x25cm	u	765.00	2.41	\$ 1,841.15
16	Acero de refuerzo en barras corrugadas fy=4200kg/cm2	Kg	10877.39	6.92	\$ 75,271.54
ALBAÑILERIA					
17	Paredes -bloques e=10cm	m2	476.16	11.01	\$ 5,244.02
18	Mortero de enlucido exterior e interior	m2	952.32	6.66	\$ 6,341.53
19	Contrapiso de f'c=180kg/cm2 con malla electrosoldada 4.5-15 e=0.1	m2	214.67	5.36	\$ 1,149.90
ESCALERA					
20	Acero de refuerzo en barras corrugadas para escalera fy=4200kg/cm	kg	328.40	3.35	\$ 1,100.14
21	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 para escalera de hormigón, incluye encofrado	m3	6.95	244.22	\$ 1,697.33
CUBIERTA					
22	Cubierta de acero galvanizado AR-5 e=0.5mm	m2	218.00	22.64	\$ 4,935.52
23	Acero de estructural fy=4200kg/cm2 A-36 incluye montaje	kg	1960.00	4.29	\$ 8,408.40
PRESUPUESTO HIDROSANITARIO					
BATERIA SANITARIA					
24	Suministro e instalación de lavamanos 1 llave(provisión, montaje y grifería)	u	3.00	53.44	\$ 160.32
25	Inodoro tecnología dual flush	u	3.00	177.42	\$ 532.26
SISTEMA DE AGUA POTABLE					
26	Punto de AAPP de 1/2", inc accesorios	pto	9.00	29.91	\$ 269.19
27	Tubería de pvc roscable 1/2" inc accesorios	m	14.54	5.97	\$ 86.80
28	Tubería de pvc roscable 3/4" inc accesorios	m	13.79	4.42	\$ 60.95
29	Valvula check roscada 1/2"	u	3.00	19.48	\$ 58.44
30	Valvula check roscada 3/4"	u	2.00	25.57	\$ 51.14
31	Acometida de agua potable 1"	u	1.00	637.75	\$ 637.75
SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS					
32	Punto de desague tipo B 50mm (2") AASS incluye accesorios	u	3.00	12.62	\$ 37.86
33	Punto de desague tipo B 110mm (4") AASS incluye accesorios	u	3.00	12.62	\$ 37.86
34	Punto de rejilla 110mm (4") AASS incluye accesorios	u	3.00	12.62	\$ 37.86
35	Tubería de pvc roscable 50mm (2") tipo B	m	2.43	12.62	\$ 30.67
36	Tubería de pvc roscable 110mm (4") tipo B	m	11.87	12.62	\$ 149.80
37	Caja de revisión (0,60x0,60x0,60m)fc=210kg/cm2 con malla electrosoldada incluye tapa	u	1.00	13.58	\$ 13.58
AMBIENTAL					
38	Señalética de seguridad y ambiente (burrillos metálicos)	u	2.00	57.59	\$ 115.18
39	Agua para control de polvo	m3	5.00	0.81	\$ 4.05
TOTAL					\$ 138,303.70

El área total de construcción considerando ambas plantas es de 424m², obteniendo un costo por metro cuadrado de construcción de USD 326.18 dólares americanos. El valor mencionado en el capítulo 2 cuando se presentaron las alternativas y fue seleccionada la de hormigón armado oscila entre USD 600 Y USD 700, sin embargo, este valor abarca acabados en su totalidad, tanto arquitectónicos, eléctricos y adicionales. Por lo que estimando un 50% del valor se obtiene USD 350 dólares de referencia comparativa para una obra gris.

5.6 Cronograma de obra

El cronograma de trabajo secuencia las actividades a desempeñar de la obra en un orden de ejecución y duración según el tiempo estimado por el cliente y recomendado por los proyectistas. El tiempo puede ser empleado en días, semanas o meses, según el criterio del proyectista.

Los días de ejecución para cada rubro fueron calculados en base a los rendimientos y la conversión de las unidades de medida, considerando 8 horas laborales por día, esto puede ser analizado en la segunda hoja del Anexo E2. Para la visualización del proceso constructivo bajo actividades predecesoras se ejecutó un cronograma de obra detallado con diagrama de Gantt, (véase en anexo E2), considerando 6 días laborales de 8 horas al día, exceptuando el domingo. También, se consideraron los días de espera para el fraguado y endurecimiento del hormigón, número de viajes estimados de las volquetas y estimaciones de procesos constructivos comunes. Se obtuvo un resultado de 95 días, valor que se encuentra dentro del rango de tiempo estipulado por el cliente y para su respaldo se muestra la ruta crítica para el alcance del proyecto en esos 95 días. Por otro lado, para la visualización resumida y didáctica se realizó un cronograma valorado con el tiempo en meses (véase en Anexo E1), en el cual se establecen los montos por cada mes y por cada rubro basados en el cronograma de obra. Estos valores obtenidos fueron mostrados bajo cantidad de dinero y porcentaje de avance de obra. El porcentaje estimado de avance de obra es de 30%, 27% y 43%, para el primer, segundo y tercer mes, respectivamente.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se concluye que la selección de material alternativo de hormigón armado fue aceptable tanto para el diseño, el tiempo estimado de ejecución de obra y el presupuesto. El valor total de la inversión para una bodega de 424 m² es de USD 138,303.70 dólares americanos, obteniendo un costo de aproximadamente USD 330 dólares el metro cuadrado de construcción de obra gris, 5% menos de lo esperado, la cual se representa como una alternativa económica y viable frente a los riesgos de inversión y rentabilidad que actualmente se dan en el ámbito de la construcción. A su vez, esta alternativa de material permite la agilidad en la contratación local, debido a la baja complejidad y bajo requerimiento de personal altamente calificado. Siendo así una obra importante con bajo riesgo de inversión frente al alto beneficio que trae consigo para el servicio de almacenamiento de información de la Sociedad de Lucha contra el Cáncer.
2. El modelamiento, diseño y dimensiones de los elementos estructurales cumplieron con los criterios de desempeño sísmico y verificaciones totales de posibles fallas, rupturas o cortes. Al tratarse de una edificación muy cercana a ser regular, no se presentaron mayores inconvenientes en el proceso de diseño, cumpliendo así con las derivas admisibles, como con el índice de estabilidad por piso. Además, gracias al análisis correcto del comportamiento de la estructura por medio de softwares estructurales se seleccionaron dimensiones óptimas, sin necesidad de hacer cambios posteriores. Gracias a ello, no se modificó el diseño arquitectónico propuesto por el cliente, lo que permitió mantener las luces requeridas y espacios necesarios para el uso en base a la función de la edificación.
3. La evaluación de impacto ambiental concluyó que la construcción de la bodega no representa una amenaza o impacta insignificamente al entorno.

4. Se plasmaron por medio de 4 planos, el diseño total detallado del alcance del presente proyecto. De manera que son aptos para ser leídos y entendidos por cualquier persona, con o sin conocimientos del área de la construcción

Recomendaciones

1. En base al estudio de suelo otorgado por el cliente, se diseñó la cimentación con la capacidad de carga admisible del suelo determinada. Sin embargo, con respaldo de la “NEC-SE-GM Geotecnia y cimentaciones”, se recomienda para futuros estudios geotécnicos al menos 3 sondeos en el área de construcción y a una mayor profundidad, debido a la clase de suelo blando que caracteriza la zona y a la propensa posibilidad de licuación, respectivamente.
2. Verificar el desalojo y depósito correcto de los diferentes desechos que generará el proyecto tenga un adecuado manejo.
3. Se recomienda a criterio del cliente, cotizar el elevador de carga o montacarga y sumarlo el costo al presupuesto presentado, en caso de que sea requerido su instalación independiente en la edificación

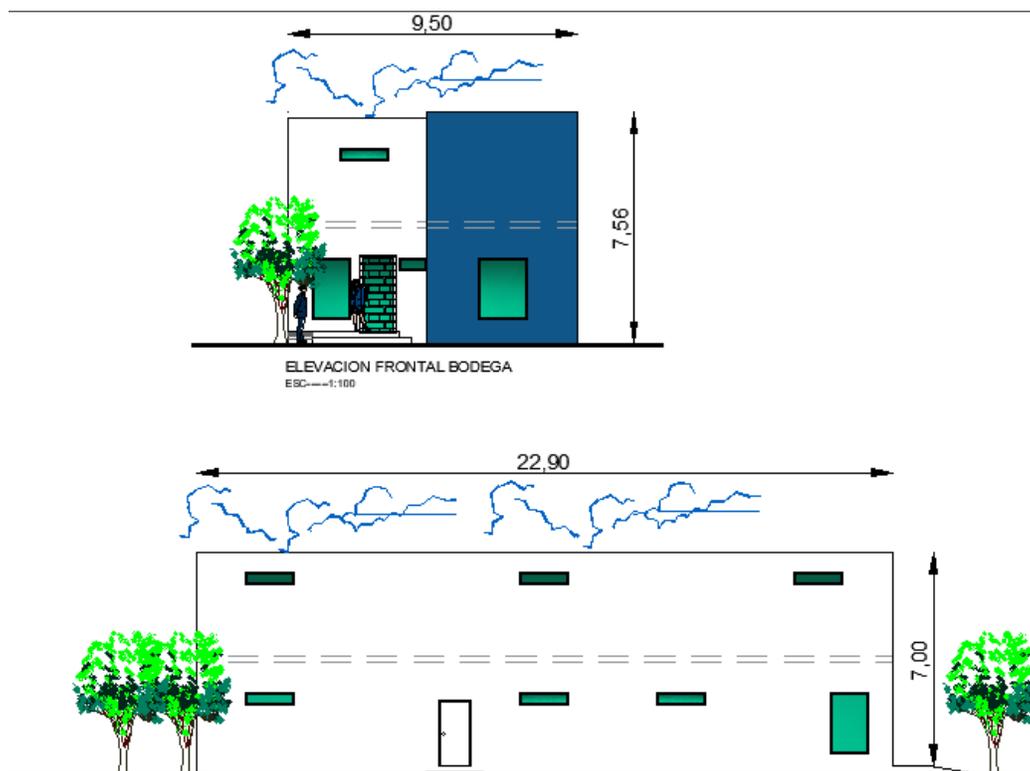
BIBLIOGRAFÍA

- A, I. M. (2013). *DISEÑO DE CIMENTACIONES SISMO RESISTENTES UTILIZANDO SAFE*. Quito .
- Fernández, J. (1994). *Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo para el Área Minera Canteras Basálticas Picoazá*. . Portoviejo .
- Gallardo, H. (1996). *Plan de manejo del área de bosque y vegetación protectores de las colinas circundantes a la ciudad de Portoviejo*. Portoviejo .
- Gámez, D., Saldaña, H., & Gómez, J. (2017). Estudio de factibilidad y caracterización de áridos para hormigón estructural. (F. U. Norte, Ed.) *Ingeniería y Desarrollo*.
- García-Regalado, J., Freire-Quintero, C., & Moscoso-Miranda, H. (14 de Junio de 2015). Modelo Económico del sector de la construcción en Ecuador. *Ciencia Unemi*, 37-47.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo . (2015). *Propuesto de Desarrollo Estratégico del Cantón Portoviejo* . Portoviejo: Municipio de Portoviejo .
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Mc Cormac, J., & Brown, R. (2018). *Diseño de Concreto Reforzado Décima Edición con el Código ACI 318-14*. Mexico: Alfaomega Grupo.
- McCormac, J., & Csernak, S. (2012). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO* (Vol. Quinta edición). México: Alfaomega Grupo Editor.
- Navas, A., Reyes, R., & Galván, L. (2015). Impactos ambientes asociados con el proceso de producción de concreto. *ENFOQUE UTE*. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422015000400067
- NEC- SE-VIVIENDA. (2015). *VIVIENDAS DE HASTA 2 PISOS CON LUCES DE HASTA 5M*. Dirección de comunicación social, MIDUVI.

- Pereira, M. (2 de Junio de 2021). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/921723/tipos-de-losas-de-hormigon-ventajas-y-desventajas>
- Robayo, D. (2018). *IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL* . Guayaquil.
- SOLCA. (2020). *Día Mundial del Cáncer de mama* . Portoviejo : Departamento de comunicación SOLCA.
- Topographic map. (s.f.). *Mapas topográficos* . Obtenido de Mapas topográficos : <https://es-ec.topographic-map.com/maps/p5cm/Portoviejo/>

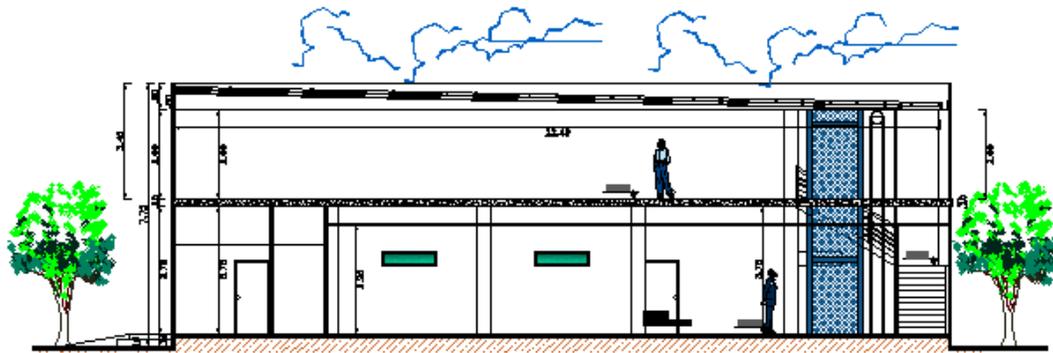
ANEXO A

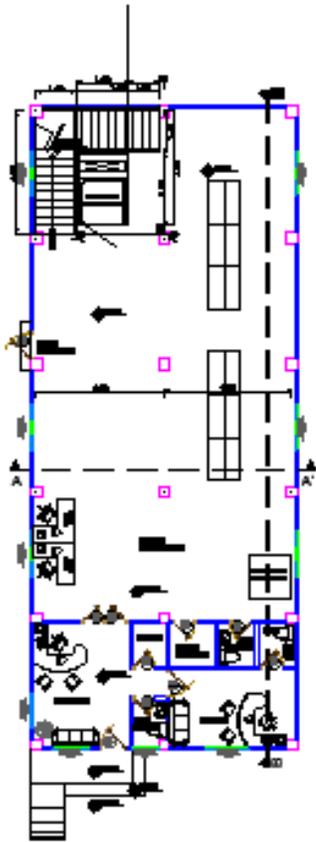
Arquitectónico e Implantación



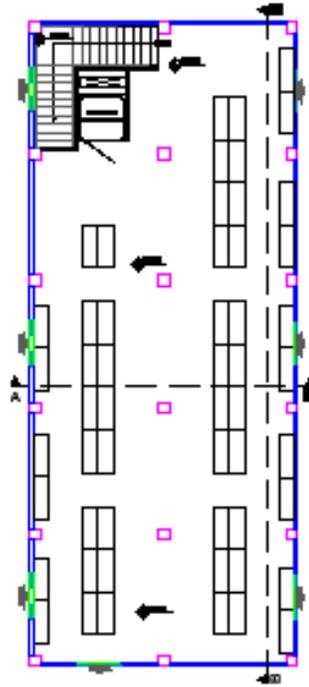


SECCION TRANSVERSALA - A'
ESC - 1:100

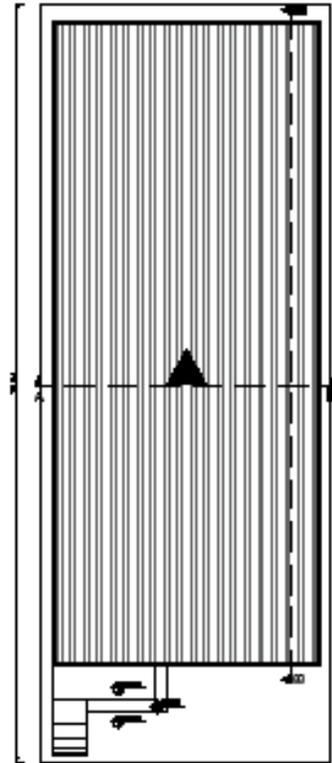




PLANTA ARQUITECTÓNICA BAJA N°0.54



PLANTA ARQUITECTÓNICA ALTA N°4.14



PLANTA DE CUBIERTA





Anexo B1

Zapatas

Diseño de Cimentación de 1.7m

Ana Cajape y Joel Viteri

Datos de Suelo

Esfuerzo Admisible : σ_{adm}

Nivel freático NF

Tipo de suelo= TS

DATOS

Tipo de suelo= D

$$\sigma_{adm} := 1.36 \frac{kg}{cm^2} \quad f'_c := 240 \frac{kg}{cm^2}$$

$$NF := 5 \text{ m}$$

Cargas

$$P_{cm1} := 14.554 \text{ ton}$$

$$M_{cm1} := 1.20 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$P_{cv1} := 9.1389 \text{ ton}$$

$$M_{cv1} := 0.96 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$P_{cs1} := 3 \text{ ton}$$

$$M_{cs1} := 0.20 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Capacidad admisible

$$q_{adm} := 13.60 \frac{ton}{m^2}$$

Materiales

$$f_c := 240 \frac{kg}{cm^2}$$

Columna

$$b := 0.40 \text{ m}$$

$$h := 0.40 \text{ m}$$

1.-CARGAS DE SERVICIO

Carga vertical

Por Asentamiento

$$P_1 := P_{cm1} + 0.5 \cdot P_{cv1}$$

$$P_1 = 19.123 \text{ ton}$$

Por Capacidad de Carga

$$P_{_1} := P_{cm1} + P_{cv1}$$

$$P_{_1} = 23.693 \text{ ton}$$

Carga vertical +Sismo

Por Asentamiento

$$P_1 := P_{cm1} + 0.5 \cdot P_{cv1} + P_{cs1}$$

Por Capacidad de Carga

$$P_{_1} := P_{cm1} + P_{cv1} + P_{cs1}$$

$$P1 = 22.123 \text{ ton}$$

$$P_{-1} = 26.693 \text{ ton}$$

nota: En Suelos blandos gobiernan los asentamientos

$$M1 := M_{cm1} + M_{cv1} + M_{cs1}$$

$$M1 = 2.36 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

2.-ÁREA DE SERVICIO

FM=Factor de mayorización por presencia de momento, se recomienda 50%

$$FM := 1.50$$

Por Asentamiento

Por Capacidad de Carga

$$A1 := \frac{FM \cdot P1}{q_{adm}}$$

$$A_{-1} := \frac{FM \cdot P_{-1}}{q_{adm}}$$

$$A1 = 2.44 \text{ m}^2$$

$$A_{-1} = 2.944 \text{ m}^2$$

Área seleccionada

$$A_{-1} = 2.944 \text{ m}^2$$

3.-DIMENSIONES DE LA ZAPATA

$$B1 := \sqrt{A_{-1}}$$

$$B1 = 1.716 \text{ m}$$

$$B1 := 1.70 \text{ m}$$

$$L1 := B1$$

$$L1 = 1.7 \text{ m} \quad B1 = 1.7 \text{ m}$$

$$A := L1 \cdot B1$$

4.-EXCENTRICIDAD

Se calcula la longitud de comparación

$$c := \frac{L1}{6}$$

$$c = 0.283 \text{ m}$$

Por Asentamiento

Por Capacidad de Carga

$$e1 := \frac{M1}{P1}$$

$$e_{-1} := \frac{M1}{P_{-1}}$$

$$e1 = 0.107 \text{ m}$$

$$e_{-1} = 0.088 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } e_1 < c \\ \parallel \text{ok} \end{array} \right|$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } e_{-1} < c \\ \parallel \text{ok} \end{array} \right|$$

Debido a que $e < L/6$ nos encontramos en el primer caso

5.- REVISIÓN DE ESFUERZOS

Por Asentamiento

Por Capacidad de Carga

$$qs_{12posit} := \frac{P_1}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_1}{L_1} \right)$$

$$qs_{1_2posit} := \frac{P_{-1}}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_{-1}}{L_1} \right)$$

$$qs_{12negat} := \frac{P_1}{A} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_1}{L_1} \right)$$

$$qs_{1_2negat} := \frac{P_{-1}}{A} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_{-1}}{L_1} \right)$$

$$qs_{12posit} = 10.537 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs_{1_2posit} = 12.118 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs_{12negat} = 4.773 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs_{1_2negat} = 6.354 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Para la comparación de esfuerzos se debe incrementar un 33% el esfuerzo admisible del suelo, se realiza esta consideración tomando en cuenta que las cargas sísmicas son de corta duración

$$q_{adm} \cdot 1.33 = 18.088 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs_{12posit} < q_{adm}$$

“ok”

$$qs_{1_2posit} < q_{adm}$$

“ok”

$$qs_{12negat} < q_{adm}$$

“ok”

$$qs_{1_2negat} < q_{adm}$$

“ok”

Cumple. Las dimensiones son correctas

6.-CARGAS ÚLTIMAS

Carga Vertical

$$Pu := 1.4 \cdot Pcm1 + 1.7 \cdot Pcv1$$
$$Pu = 35.912 \text{ ton}$$

$$Mu := 1.4 Mcm1 + 1.7 \cdot Mcv1$$
$$Mu = 3.312 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Carga Vertical+Sismo

$$Pus := 1.05 \cdot Pcm1 + 1.28 \cdot Pcv1 + 1.4 \cdot Pcs1 \quad Mus := 1.05 Mcm1 + 1.28 \cdot Mcv1 + 1.4 \cdot Mcs1$$

$$Pus = 31.179 \text{ ton}$$

$$Mus = 2.769 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

7.-EXCENTRICIDAD ÚLTIMA

Carga Vertical

$$eu := \frac{Mu}{Pu}$$

$$eu = 0.092 \text{ m}$$

$$C := eu < c$$
$$C = 1$$

Carga Vertical+Sismo

$$eus := \frac{Mus}{Pus}$$

$$eus = 0.089 \text{ m}$$

$$C2 := eus < c$$
$$C2 = 1$$

CUMPLE $e < L/6$ nos encontramos en el caso 1

8.-ESFUERZOS ÚLTIMOS

$$A = 2.89 \text{ m}^2$$

Carga Vertical

$$qsupositi := \frac{Pu}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot eu}{L1}\right)$$

$$qsunegati := \frac{Pu}{A} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot eu}{L1}\right)$$

$$qsupositi = 16.471 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qsunegati = 8.381 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Carga Vertical+Sismo

$$qsu_spositi := \frac{Pus}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot eus}{L1}\right)$$

$$qsu_snegati := \frac{Pus}{A} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot eus}{L1}\right)$$

$$qsu_spositi = 14.17 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qsu_snegati = 7.407 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

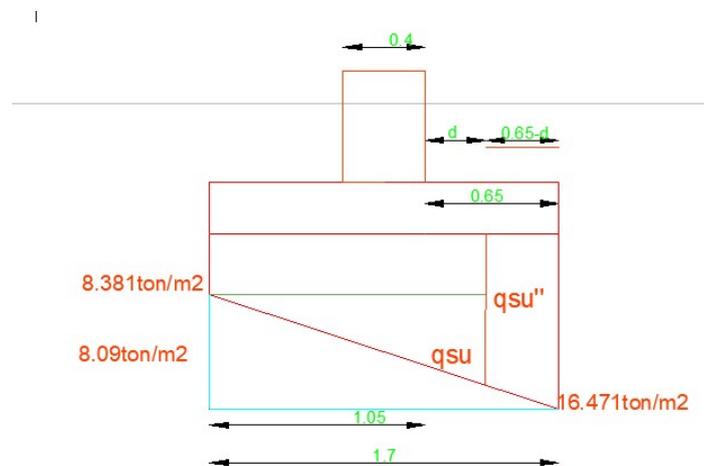
$$q_{adm} \cdot 1.33 = 18.088 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Todos los esfuerzos son menores al admisible, así que, se verifica su cumplimiento de dimensión y capacidad

$$dif_qsu := qsupositi - qsunegati$$

$$dif_qsu = 8.09 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

9.-CORTE UNIDIRECCIONAL



Por semejanza de triángulos

$$\frac{8.09 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}}{1.70 \text{ m}} = \frac{qsu}{1.05 \text{ m} + d}$$

$$qsu = \frac{(1.05 + d) \cdot 8.09}{1.70}$$

$$qsu = 4.99 + 4.75 d$$

$$qsu'' = qsu + qsunegati$$

$$qsu'' = 4.99 + 4.75 d + 8.381$$

$$qsu'' = 13.371 + 4.75 d$$

Condición para corte unidireccional

$$v_{cu} \geq v_{uu}$$

v_{cu} - Esfuerzo unidireccional que resiste el hormigón

v_{uu} - Esfuerzo unidireccional último

Esfuerzo unidireccional del hormigón - v_{cu}

$$v_{cu} := 0.53 \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$v_{cu} = 8.211 \frac{\text{kg}^{\frac{1}{2}}}{\text{cm}}$$

Esfuerzo unidireccional último

$$v_{uu} = \frac{V_{uu}}{\phi \cdot A_u}$$

V_{uu} = Fuerza resultante de los esfuerzos de la sección exterior a la zona crítica

A_u = Área crítica para corte unidireccional ($B_1 \cdot d$)

D = Distancia medida desde la cara de la columna al borde exterior de la zapata

$$D := \frac{L_1}{2} - \frac{b}{2}$$

$$D = 0.65 \text{ m}$$

$$V_{uu} = \frac{(q_{su} + q_{supositi})}{2} \cdot (D - d) \cdot B_1$$

$$V_{uu} = \frac{(13.371 + 4.75 d + 16.471)}{2} \cdot (0.65 - d) \cdot 1.70$$

$$V_{uu} = -4.037 d^2 - 25.365 \cdot d + 19.11$$

$$v_{cu} = \frac{V_{uu}}{\phi \cdot A_u}$$

$$82.11 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = \frac{-4.037 d^2 - 25.365 \cdot d + 19.11}{0.85 \cdot 1.70 \cdot d}$$

$$118.648 d = -4.037 d^2 - 25.365 \cdot d + 19.11$$

$$4.037 d^2 + 144.013 \cdot d - 19.11 = 0$$

$$d := 0.1322 \text{ m}$$

$$B_1 = 1.7 \text{ m}$$

$$V_{uu} := \frac{(13.371 + 4.75 (0.132) + 16.471)}{2} \cdot (0.65 - 0.132) \cdot 1.70$$

$$V_{uu} := 13.416 \text{ ton}$$

$$\Phi := 0.85$$

$$v_{uu} := \frac{V_{uu}}{\Phi \cdot B_1 \cdot d}$$

$$v_{uu} = 6.371 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$v_{cu} = 8.211 \frac{\text{kg}^{\frac{1}{2}}}{\text{cm}}$$

$$v_{cu} \geq v_{uu}$$

Cumple

9.-CORTE BIDIRECCIONAL

Condición para corte bidireccional

$$v_{cb} \geq v_{ub}$$

v_{cb} .- Esfuerzo bidireccional último que resiste el hormigón

v_{ub} .- Esfuerzo bidireccional último

Esfuerzo bidireccional último que resiste el hormigón

$$v_{cb} := 1.06 \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$v_{cb} = 16.421 \frac{\text{kg}^{\frac{1}{2}}}{\text{cm}}$$

Esfuerzo bidireccional último

$$v_{ub} = \frac{V_{ub}}{\Phi \cdot A_c}$$

V_{ub} .- Fuerza resultante de los esfuerzos a la sección exterior a la zona crítica

A_c .- Área crítica para corte bidireccional (perímetro crítico *d)

Esfuerzo promedio en el centro de la zapata

$$Q_{su_prom} := \frac{q_{supositi} + q_{sunegati}}{2} = 12.426 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{s}^2}{\text{m}} \cdot \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$V_{ub} := Q_{su_prom} \cdot (B1 \cdot L1 - (d+b)^2)$$

$$V_{ub} = 12.426 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \cdot (1.70 \text{ m} \cdot 1.70 \text{ m}) - (d+0.4 \text{ m})^2$$

$$V_{ub} = 12.426 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \cdot (2.89 - d^2 - 0.8 d - 0.16)$$

$$V_{ub} = -12.426 d^2 - 9.94 d + 33.933$$

$$v_{cb} = \frac{V_{ub}}{\Phi \cdot A_c} \quad 0$$

$$164.21 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = \frac{-12.426 d^2 - 9.94 d + 33.933}{0.85 \cdot (4 \cdot (0.40 + d) \cdot d)}$$

$$223.326 d + 558.314 d^2 = -12.426 d^2 - 9.94 d + 33.933$$

$$570.74 d^2 + 233.266 d - 33.933 = 0$$

$$d_2 := 0.114 \text{ m}$$

Esta altura no es crítica porque es menor a la calculada por corte unidireccional

$$\text{recubrimiento} := 0.075 \text{ m}$$

$$h := d + \text{recubrimiento}$$

$$h = 0.207 \text{ m}$$

Se adopta:

$$h := 0.25 \text{ m}$$

Iteración 1 considerando peso propio de la zapata

$$P_{propio} := (B1 \cdot L1 \cdot h) \cdot 2.4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 1.734 \text{ ton}$$

$$P_{cm1} = 14.554 \text{ ton}$$

$$P_{cv1} = 9.139 \text{ ton}$$

$$P_{servicio} := P_{propio} + P_{cm1} + P_{cv1} = 25.427 \text{ ton}$$

$$M_{servicio} := M1 = 2.36 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Esfuerzos en el suelo

$$qs1 := \frac{P_{servicio}}{B1^2} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \frac{M_{servicio}}{P_{servicio}}}{B1} \right) \quad qs2 := \frac{P_{servicio}}{B1^2} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot \frac{M_{servicio}}{P_{servicio}}}{B1} \right)$$

$$qs1 = 11.68 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs2 = 5.916 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs1 \leq q_{adm}$$

$$qs2 \leq q_{adm}$$

cumple

Las dimensiones son adecuadas

Cargas últimas

$$Pu := 1.4 \cdot (P_{propio} + P_{cm1}) + 1.7 P_{cv1}$$

$$Pu = 38.339 \text{ ton}$$

$$Mu := 1.4 \cdot M_{cm1} + 1.7 \cdot M_{cv1}$$

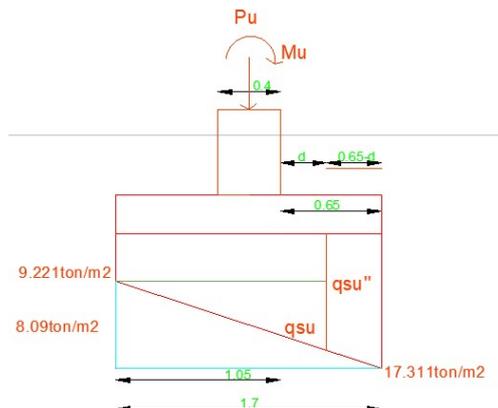
$$Mu = 3.312 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$qsu1 := \frac{Pu}{B1^2} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \frac{Mu}{Pu}}{B1} \right) \quad qsu2 := \frac{Pu}{B1^2} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot \frac{Mu}{Pu}}{B1} \right)$$

$$qsu1 = 17.311 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qsu2 = 9.221 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Corte Unidireccional



$$\frac{qsu1 - qsu2}{B1} = \frac{qsu}{\left(\frac{B1 - b}{2}\right) + d}$$

$$\frac{8.09}{1.70} = \frac{qsu}{0.65 + d}$$

$$qsu = 3.09 + 4.75 d$$

$$qsu'' = qsu + qsu2$$

$$qsu'' = 3.09 + 4.75 d + 9.221$$

$$qsu'' = 12.311 + 4.75 d$$

Condición para corte unidireccional último

$$vcu \geq vuu$$

Distancia medida desde sección crítica de corte unidireccional al borde exterior de la zapata

$$\frac{B1 - b}{2} = 0.65 \text{ m}$$

Esfuerzo unidireccional último

$$vuu = \frac{Vu_u}{\Phi \cdot Au}$$

$$qsu_prom = \frac{qsu'' + qsu1}{2} = \frac{12.311 + 4.75 d + 17.311}{2}$$

$$qsu_prom = 14.811 + 2.375 d$$

$$Vu_u = qsu_prom * \left(\left(\frac{B1 - b}{2} \right) - d \right) \cdot B1$$

$$Vu_u = (14.811 + 2.375 d) \cdot (0.65 - d) \cdot 1.70$$

$$Vu_u = -4.037 d^2 - 22.558 d + 16.365$$

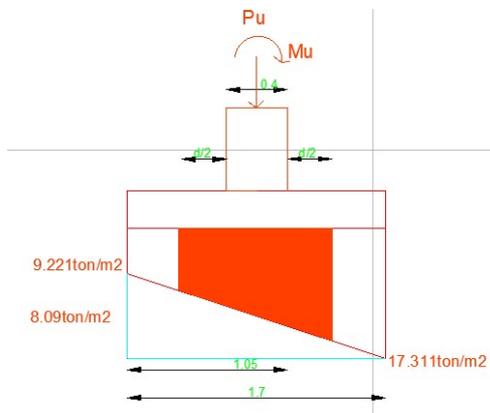
$$v_{cu} = \frac{V_{uu}}{\Phi \cdot A_u}$$

$$82.11 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = \frac{-4.037 d^2 - 22.558 d + 16.365}{0.85 \cdot 1.70 \cdot d}$$

$$-4.037 d^2 - 141.206 d + 16.365 = 0$$

$$d_3 := 0.35 \text{ m}$$

Corte Bidireccional -Primera Alternativa



Esfuerzo promedio en la sección crítica

$$q_{su_prom} := \frac{q_{su1} + q_{su2}}{2} = 13.266 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Condición para corte bidireccional

$$v_{cb} \geq v_{ub}$$

Esfuerzo bidireccional último

$$v_{ub} = \frac{V_{ub}}{\Phi \cdot A_b}$$

$$V_{ub} := P_u - q_{su_prom} \cdot (d + b)^2$$

$$V_{ub} = 38.339 - 13.266 \cdot (d + 0.4)^2$$

$$V_{ub} = 38.339 - 13.266 d^2 - 10.612 d - 2.0122$$

$$V_{ub} = -13.266 d^2 - 10.612 d + 36.326$$

$$v_{cb} = \frac{V_{ub}}{\Phi \cdot A_b}$$

$$164.21 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = \frac{-13.266 d^2 - 10.612 d + 36.326}{0.85 \cdot 1.70 \cdot d}$$

$$13.266 d^2 + 247.89 d - 36.326 = 0$$

$$d_4 := 0.14 \text{ m}$$

Corte Bidireccional -Segunda Alternativa

A partir de las cargas últimas

$$P_u = 38.339 \text{ ton}$$

$$M_u = 3.312 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Esfuerzo bidireccional considerando transmisión de momentos

$$v_{ub} = \frac{P_u}{A_c} + \frac{M_{uxx}}{\frac{J_x}{c}} + \frac{M_{uyy}}{\frac{J_y}{c}} \quad (1)$$

Existe momento en una sola dirección por lo que el término M_{uyy} no se considera

P_u = Carga última

M_{uxx} = Momento último alrededor del eje x

J_x = Momento polar de inercia

A_c = Área crítica de corte bidireccional que resiste el hormigón

(A_c = Perímetro crítico * d)

v_{cb} = Esfuerzo de corte bidireccional que resiste el hormigón

$$v_{cb} := 1.06 \cdot \sqrt{240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$A_c := 2 \cdot (b + d + h + d) \cdot d$$

Expresión general del momento de inercia de J/c

$$\frac{J}{c} = \frac{a \cdot d \cdot (a + 3b) + d^3}{2}$$

$$c = 3$$

$$a := b + d$$

$$b := h + d$$

Para el presente caso

$$a := b$$

$$\frac{Jx}{c} = \frac{4 \cdot a^2 \cdot b + d^3}{3}$$

Reemplazando en la ecuación (1) y despejando d

$$d5 := 0.0921 \text{ m}$$

$$d = 0.132 \text{ m}$$

$$d2 = 0.114 \text{ m}$$

$$d3 = 0.35 \text{ m}$$

$$d4 = 0.14 \text{ m}$$

$$d5 = 0.092 \text{ m}$$

RESUMEN

CORTE (.)	d (cm)	h (cm)	H (cm)
<u>Unidireccional</u>	35	42.5	45
Bidirecc1Alter	14	21.5	25
Bidirecc2Alter	10	17.5	18

Se adopta H=30m

$$H := 30 \text{ cm}$$

Eficiencia de cortante de la altura de la zapata

$$\rho := \frac{21.5 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} \cdot 100\% = 0.86$$

Altura efectiva real de la zapata

$$d6 := 0.30 \text{ m} - 0.075 \text{ m} = 0.225 \text{ m}$$

$$d6 = 22.5 \text{ cm}$$

Momento último

$$\frac{qsu1 - qsu2}{B1} = \frac{q'u}{\frac{B1}{2} - \frac{b}{2}}$$

$$q'u := \left(\frac{B1}{2} - \frac{b}{2} \right) \cdot \left(\frac{qsu1 - qsu2}{B1} \right) = 3.135 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q''u := q'u + qsu2 = 12.357 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$M'u := \frac{q''u \cdot \left(\frac{B1}{2} - \frac{b}{2} \right)^2}{2} + (qsu1 - q''u) \cdot \left(\frac{B1}{2} - \frac{b}{2} \right)^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2}$$

$$M'u = \frac{12.357 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \cdot (0.65 \text{ m})^2}{2} + \left(17.311 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} - 12.357 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right) \cdot (0.65 \text{ m})^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2}$$

$$M'u := 3.30 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M'u := 330810.45 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Revisión de altura por flexión

$$\phi := 0.90$$

$$b1 := 100 \text{ cm}$$

$$Ru := 45.39 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$f'c$	Ru
$\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$	$\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$
240	45.39

$$d7 := \sqrt{\frac{M'u}{\phi \cdot Ru \cdot b1}}$$

$$d7 = 0.09 \text{ m}$$

$$d7 = 8.999 \text{ cm}$$

El d calculado para flexión es menor que d=42.5cm, por lo tanto la altura efectiva "d" es correcta.

Acero de refuerzo

Acero mínimo requerido por **metro**

$$Acmin := 0.0018 \cdot b1 \cdot H$$

$$Acmin = 5.4 \text{ cm}^2/\text{metro}$$

Acero mínimo requerido por **metro de zapata**

$$f_y := 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad M'u = (3.308 \cdot 10^5) \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$A_{s1} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b_1 \cdot d}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M'u}{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b_1 \cdot d^2}} \right)$$

$$A_{s1} := \frac{0.85 \cdot 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 100 \text{ cm} \cdot 22.5 \text{ cm}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 3.308 \cdot 100000 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0.85 \cdot 0.9 \cdot 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 100 \text{ cm} \cdot (17.5 \text{ cm})^2}} \right)$$

$$A_{s1} = 6.631 \text{ cm}^2$$

El acero requerido es mayor al acero mínimo

Acero colocado

$$A_{s1.2} := 3 \phi 16\text{mm} \quad A_{s1.1} := 3 \cdot 2.011 \text{ cm}^2 = 6.033 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_{s1.1}}{A_{s1}} - 1 = -0.09$$

El acero colocado es 17% mayor al acero requerido

$$A_s \quad 1 \quad \phi 16\text{mm} \quad @45\text{cm}$$

Longitud de desarrollo a tracción

$$\psi_t := 1$$

$$\psi_e := 1$$

$$\lambda := 1$$

$$f_y := 420 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f'_c := 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$db := 16 \text{ mm}$$

$$ld := \frac{fy \cdot \psi_t \cdot \psi_e \cdot \lambda}{1.4 \cdot \sqrt{f'c}} \cdot db$$

$$ld = 979.796 \frac{\text{kg}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{m}^{\frac{1}{2}}}{\text{s}}$$

$$ld := 97 \text{ cm}$$

La longitud de acero a colocar es de 155 cm, debido a los 15cm restantes del recubrimiento para ambos lados. La longitud embebida es de 77.5cm razón por la cual se requiere colocar pata en el hierro para desarrollar el esfuerzo de tracción

CHEQUEO POR APLASTAMIENTO

$$Acargada := 0.40 \text{ m} \cdot 0.4 \text{ m} = 0.16 \text{ m}^2$$

$$Asoporte := B1 \cdot L1 = 2.89 \text{ m}^2$$

$$N := \sqrt[2]{\frac{Asoporte}{Acargada}} = 4.25$$

La resistencia al aplastamiento sobre la columna normalmente es de $0.85 \cdot \phi \cdot f'c$

$$Res_aplas := 0.85 \cdot 0.65 \cdot 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Res_aplas = 132.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La resistencia admisible de aplastamiento sobre la zapata normalmente es de $2 \cdot 0.85 \cdot \phi \cdot f'c$

$$Res_aplas \cdot 2 = 265.2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La resistencia admisible de aplastamiento en la zapata es mayor al aplastamiento de la columna, por lo cual se descarta este tipo de falla

Diseño de Cimentación de 2 m

Ana Cajape y Joel Viteri

Datos de Suelo

Esfuerzo Admisible : σ_{adm}

Nivel freático NF

Tipo de suelo= TS

DATOS

Tipo de suelo= D

$$q_{adm} := 1.36 \frac{kg}{cm^2} \quad f'_c := 240 \frac{kg}{cm^2}$$

$$NF := 5 \text{ m}$$

Cargas

$$P_{cm1} := 24.712 \text{ ton}$$

$$M_{cm1} := 0.1537 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$P_{cv1} := 18.726 \text{ ton}$$

$$M_{cv1} := 0.0856 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$P_{cs1} := 4 \text{ ton}$$

$$M_{cs1} := 0.05 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Capacidad admisible

$$q_{adm} := 13.60 \frac{ton}{m^2}$$

Materiales

$$f_c := 240 \frac{kg}{cm^2}$$

Columna

$$b := 0.40 \text{ m}$$

$$h := 0.40 \text{ m}$$

1.-CARGAS DE SERVICIO

Carga vertical

Por Asentamiento

$$P_1 := P_{cm1} + 0.5 \cdot P_{cv1}$$

$$P_1 = 34.075 \text{ ton}$$

Por Capacidad de Carga

$$P_{_1} := P_{cm1} + P_{cv1}$$

$$P_{_1} = 43.438 \text{ ton}$$

Carga vertical +Sismo

Por Asentamiento

$$P_1 := P_{cm1} + 0.5 \cdot P_{cv1} + P_{cs1}$$

Por Capacidad de Carga

$$P_{_1} := P_{cm1} + P_{cv1} + P_{cs1}$$

$$P_1 = 38.075 \text{ ton}$$

$$P_{-1} = 47.438 \text{ ton}$$

nota: En Suelos blandos gobiernan los asentamientos

$$M_1 := M_{cm1} + M_{cv1} + M_{cs1}$$

$$M_1 = 0.289 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

2.-ÁREA DE SERVICIO

FM=Factor de mayorización por presencia de momento, se recomienda 50%

$$FM := 1.50$$

Por Asentamiento

Por Capacidad de Carga

$$A_1 := \frac{FM \cdot P_1}{q_{adm}}$$

$$A_{-1} := \frac{FM \cdot P_{-1}}{q_{adm}}$$

$$A_1 = 4.199 \text{ m}^2$$

$$A_{-1} = 5.232 \text{ m}^2$$

Área seleccionada

$$A_{-1} = 5.232 \text{ m}^2$$

3.-DIMENSIONES DE LA ZAPATA

$$B_1 := \sqrt{A_1}$$

$$B_1 = 2.049 \text{ m}$$

$$B_1 := 2.00 \text{ m}$$

$$L_1 := B_1$$

$$L_1 = 2 \text{ m}$$

$$B_1 = 2 \text{ m}$$

$$A := L_1 \cdot B_1$$

4.-EXCENTRICIDAD

Se calcula la longitud de comparación

$$c := \frac{L_1}{6}$$

$$c = 0.333 \text{ m}$$

Por Asentamiento

Por Capacidad de Carga

$$e_1 := \frac{M_1}{P_1}$$

$$e_{-1} := \frac{M_1}{P_{-1}}$$

$$e_1 = 0.008 \text{ m}$$

$$e_{-1} = 0.006 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } e_1 < c \\ \parallel \text{ok} \end{array} \right|$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } e_{-1} < c \\ \parallel \text{ok} \end{array} \right|$$

Debido a que $e < L/6$ nos encontramos en el primer caso

5.- REVISIÓN DE ESFUERZOS

Por Asentamiento

Por Capacidad de Carga

$$qs_{12posit} := \frac{P_1}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_1}{L_1} \right)$$

$$qs_{1_2posit} := \frac{P_{-1}}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_{-1}}{L_1} \right)$$

$$qs_{12negat} := \frac{P_1}{A} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_1}{L_1} \right)$$

$$qs_{1_2negat} := \frac{P_{-1}}{A} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_{-1}}{L_1} \right)$$

$$qs_{12posit} = 9.736 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs_{1_2posit} = 12.076 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs_{12negat} = 9.302 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs_{1_2negat} = 11.643 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Para la comparación de esfuerzos se debe incrementar un 33% el esfuerzo admisible del suelo, se realiza esta consideración tomando en cuenta que las cargas sísmicas son de corta duración

$$q_{adm} \cdot 1.33 = 18.088 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs_{12posit} < q_{adm}$$

“ok”

$$qs_{1_2posit} < q_{adm}$$

“ok”

$$qs_{12negat} < q_{adm}$$

“ok”

$$qs_{1_2negat} < q_{adm}$$

“ok”

Cumple. Las dimensiones son correctas

6.-CARGAS ÚLTIMAS

Carga Vertical

$$Pu := 1.4 \cdot Pcm1 + 1.7 \cdot Pcv1$$
$$Pu = 66.431 \text{ ton}$$

$$Mu := 1.4 Mcm1 + 1.7 \cdot Mcv1$$
$$Mu = 0.361 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Carga Vertical+Sismo

$$Pus := 1.05 \cdot Pcm1 + 1.28 \cdot Pcv1 + 1.4 \cdot Pcs1 \quad Mus := 1.05 Mcm1 + 1.28 \cdot Mcv1 + 1.4 \cdot Mcs1$$

$$Pus = 55.517 \text{ ton}$$

$$Mus = 0.341 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

7.-EXCENTRICIDAD ÚLTIMA

Carga Vertical

$$eu := \frac{Mu}{Pu}$$

$$eu = 0.005 \text{ m}$$

$$C := eu < c$$

$$C = 1$$

Carga Vertical+Sismo

$$eus := \frac{Mus}{Pus}$$

$$eus = 0.006 \text{ m}$$

$$C2 := eus < c$$

$$C2 = 1$$

CUMPLE $e < L/6$ nos encontramos en el caso 1

8.-ESFUERZOS ÚLTIMOS

$$A = 4 \text{ m}^2$$

Carga Vertical

$$qsupositi := \frac{Pu}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot eu}{L1}\right)$$

$$qsunegati := \frac{Pu}{A} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot eu}{L1}\right)$$

$$qsupositi = 16.878 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qsunegati = 16.337 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Carga Vertical+Sismo

$$qsu_spositi := \frac{Pus}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot eus}{L1}\right)$$

$$qsu_snegati := \frac{Pus}{A} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot eus}{L1}\right)$$

$$qsu_spositi = 14.135 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qsu_snegati = 13.624 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

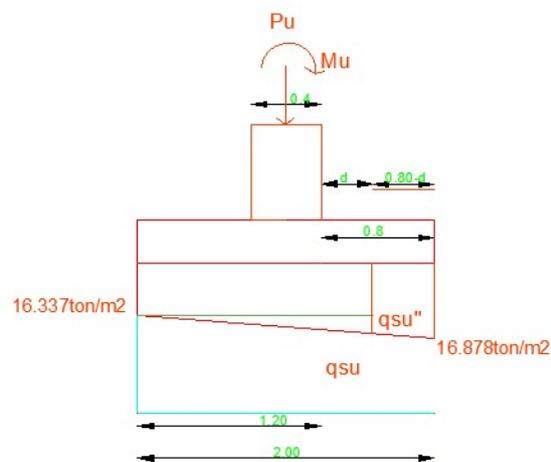
$$q_{adm} \cdot 1.33 = 18.088 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Todos los esfuerzos son menores al admisible, así que, se verifica su cumplimiento de dimensión y capacidad

$$dif_qsu := q_{supositi} - q_{sunegati}$$

$$dif_qsu = 0.541 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

9.-CORTE UNIDIRECCIONAL



Por semejanza de triángulos

$$\frac{0.541 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}}{2 \text{ m}} = \frac{qsu}{1.20 \text{ m} + d}$$

$$qsu = \frac{(1.20 + d) \cdot 0.541}{2.00}$$

$$qsu = 0.6492 + 0.541 d$$

$$qsu'' = qsu + q_{sunegati}$$

$$qsu'' = 0.6492 + 0.541 d + 16.33$$

$$qsu'' = 16.979 + 0.541 d$$

Condición para corte unidireccional

$$v_{cu} \geq v_{uu}$$

v_{cu} - Esfuerzo unidireccional que resiste el hormigón

v_{uu} - Esfuerzo unidireccional último

Esfuerzo unidireccional del hormigón - v_{cu}

$$v_{cu} := 0.53 \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$v_{cu} = 8.211 \frac{\text{kg}^{\frac{1}{2}}}{\text{cm}}$$

Esfuerzo unidireccional último

$$v_{uu} = \frac{V_{uu}}{\phi \cdot A_u}$$

V_{uu} = Fuerza resultante de los esfuerzos de la sección exterior a la zona crítica

A_u = Área crítica para corte unidireccional ($B_1 \cdot d$)

D = Distancia medida desde la cara de la columna al borde exterior de la zapata

$$D := \frac{L_1}{2} - \frac{b}{2}$$

$$D = 0.8 \text{ m}$$

$$V_{uu} = \frac{(q_{su}'' + q_{supositi})}{2} \cdot (D - d) \cdot B_1$$

$$V_{uu} = \frac{(16.979 + 0.541 d + 16.878)}{2} \cdot (0.80 - d) \cdot 2.00$$

$$V_{uu} = -0.541 d^2 - 32.923 \cdot d + 26.682$$

$$v_{cu} = \frac{V_{uu}}{\phi \cdot A_u}$$

$$82.11 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = \frac{-0.541 d^2 - 32.923 \cdot d + 26.682}{0.85 \cdot 2 \cdot d}$$

$$139.587 d = -0.541 d^2 - 32.923 \cdot d + 26.682$$

$$-0.541 d^2 - 172.51 \cdot d + 26.682 = 0$$

$$d := 0.15 \text{ m}$$

$$B_1 = 2 \text{ m}$$

$$V_{uu} := \frac{(16.979 + 0.541 (0.15) + 16.878)}{2} \cdot (0.80 - 0.15) \cdot 2$$

$$V_{uu} := 22.059 \text{ ton}$$

$$\Phi := 0.85$$

$$v_{uu} := \frac{V_{uu}}{\Phi \cdot B_1 \cdot d}$$

$$v_{uu} = 7.848 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$v_{cu} = 8.211 \frac{\text{kg}^{\frac{1}{2}}}{\text{cm}}$$

$$v_{cu} \geq v_{uu}$$

Cumple

9.-CORTE BIDIRECCIONAL

Condición para corte bidireccional

$$v_{cb} \geq v_{ub}$$

v_{cb} .- Esfuerzo bidireccional último que resiste el hormigón

v_{ub} .- Esfuerzo bidireccional último

Esfuerzo bidireccional último que resiste el hormigón

$$v_{cb} := 1.06 \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$v_{cb} = 16.421 \frac{\text{kg}^{\frac{1}{2}}}{\text{cm}}$$

Esfuerzo bidireccional último

$$v_{ub} = \frac{V_{ub}}{\Phi \cdot A_c}$$

V_{ub} .- Fuerza resultante de los esfuerzos a la sección exterior a la zona crítica

A_c .- Área crítica para corte bidireccional (perímetro crítico *d)

Esfuerzo promedio en el centro de la zapata

$$Q_{su_prom} := \frac{q_{supositi} + q_{sunegati}}{2} = 16.608 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{s}^2}{\text{m}} \cdot \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$V_{ub} := Q_{su_prom} \cdot (B1 \cdot L1 - (d+b)^2)$$

$$V_{ub} = 16.607 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \cdot (2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m}) - (d+0.4 \text{ m})^2$$

$$V_{ub} = 16.607 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \cdot (4 - d^2 - 0.8 d - 0.16)$$

$$V_{ub} = -16.607 d^2 - 13.285 d + 63.770$$

$$v_{cb} = \frac{V_{ub}}{\Phi \cdot A_c}$$

$$164.21 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = \frac{-16.607 d^2 - 13.285 d + 63.770}{0.85 \cdot (4 \cdot (0.40 + d) \cdot d)}$$

$$223.326 d + 558.314 d^2 = -16.607 d^2 - 13.285 d + 63.770$$

$$574.921 d^2 + 236.611 d - 63.770 = 0$$

$$d_2 := 0.19 \text{ m}$$

Esta altura es crítica porque es mayor a la calculada por corte unidireccional

$$\text{recubrimiento} := 0.075 \text{ m}$$

$$h := d_2 + \text{recubrimiento}$$

$$h = 0.265 \text{ m}$$

Se adopta:

$$h := 0.28 \text{ m}$$

Iteración 1 considerando peso propio de la zapata

$$P_{propio} := (B1 \cdot L1 \cdot h) \cdot 2.4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 2.688 \text{ ton}$$

$$P_{cm1} = 24.712 \text{ ton}$$

$$P_{cv1} = 18.726 \text{ ton}$$

$$P_{servicio} := P_{propio} + P_{cm1} + P_{cv1} = 46.126 \text{ ton}$$

$$M_{servicio} := M1 = 0.289 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Esfuerzos en el suelo

$$qs1 := \frac{P_{servicio}}{B1^2} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \frac{M_{servicio}}{P_{servicio}}}{B1} \right) \quad qs2 := \frac{P_{servicio}}{B1^2} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot \frac{M_{servicio}}{P_{servicio}}}{B1} \right)$$

$$qs1 = 11.748 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs2 = 11.315 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qs1 \leq q_{adm}$$

$$qs2 \leq q_{adm}$$

cumple

Las dimensiones son adecuadas

Cargas últimas

$$Pu := 1.4 \cdot (P_{propio} + P_{cm1}) + 1.7 P_{cv1}$$

$$Pu = 70.194 \text{ ton}$$

$$Mu := 1.4 \cdot M_{cm1} + 1.7 \cdot M_{cv1}$$

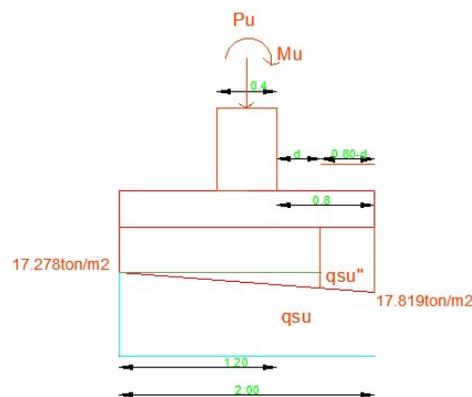
$$Mu = 0.361 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$qsu1 := \frac{Pu}{B1^2} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \frac{Mu}{Pu}}{B1} \right) \quad qsu2 := \frac{Pu}{B1^2} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot \frac{Mu}{Pu}}{B1} \right)$$

$$qsu1 = 17.819 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$qsu2 = 17.278 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Corte Unidireccional



$$\frac{qsu1 - qsu2}{B1} = \frac{qsu}{\left(\frac{B1 - b}{2}\right) + d}$$

$$\frac{0.541}{2} = \frac{qsu}{0.80 + d}$$

$$qsu = 0.2164 + 0.2705 d$$

$$qsu'' = qsu + qsu2$$

$$qsu'' = 0.2164 + 0.2705 d + 17.278$$

$$qsu'' = 17.494 + 0.2705 d$$

Condición para corte unidireccional último

$$vcu \geq vuu$$

Distancia medida desde sección crítica de corte unidireccional al borde exterior de la zapata

$$\frac{B1 - b}{2} = 0.8 \text{ m}$$

Esfuerzo unidireccional último

$$vuu = \frac{Vu_u}{\Phi \cdot Au}$$

$$qsu_prom = \frac{qsu'' + qsu1}{2} = \frac{17.494 + 0.2705 d + 17.819}{2}$$

$$qsu_prom = 17.656 + 0.135 d$$

$$Vu_u = qsu_prom * \left(\left(\frac{B1 - b}{2} \right) - d \right) \cdot B1$$

$$Vu_u = (17.656 + 0.135 d) \cdot (0.80 - d) \cdot 2$$

$$Vu_u = -0.27 d^2 - 35.096 d + 28.24$$

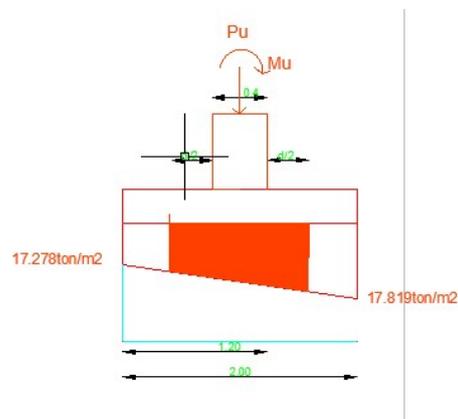
$$v_{cu} = \frac{V_{uu}}{\Phi \cdot A_u}$$

$$82.11 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = \frac{-0.27 d^2 - 35.096 d + 28.24}{0.85 \cdot 2 \cdot d}$$

$$-0.27 d^2 - 174.68 d + 28.24 = 0$$

$$d_3 := 0.16 \text{ m}$$

Corte Bidireccional -Primera Alternativa



Esfuerzo promedio en la sección crítica

$$q_{su_prom} := \frac{q_{su1} + q_{su2}}{2} = 17.549 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Condición para corte bidireccional

$$v_{cb} \geq v_{ub}$$

Esfuerzo bidireccional último

$$v_{ub} = \frac{V_{ub}}{\Phi \cdot A_b}$$

$$V_{ub} := P_u - q_{su_prom} \cdot (d + b)^2$$

$$V_{ub} = 70.194 - 17.549 \cdot (d + 0.4)^2$$

$$V_{ub} = 70.194 - 17.549 d^2 - 14.039 d - 2.807$$

$$V_{ub} = -17.549 d^2 - 14.039 d + 67.387$$

$$v_{cb} = \frac{V_{ub}}{\Phi \cdot A_b}$$

$$164.21 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = \frac{-17.549 d^2 - 14.039 d + 67.387}{0.85 \cdot 2.00 \cdot d}$$

$$17.549 d^2 + 293.196 d - 67.387 = 0$$

$$d_4 := 0.23 \text{ m}$$

Corte Bidireccional -Segunda Alternativa

A partir de las cargas últimas

$$P_u = 70.194 \text{ ton}$$

$$M_u = 0.361 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Esfuerzo bidireccional considerando transmisión de momentos

$$v_{ub} = \frac{P_u}{A_c} + \frac{M_{uxx}}{\frac{J_x}{c}} + \frac{M_{uyy}}{\frac{J_y}{c}} \quad (1)$$

Existe momento en una sola dirección por lo que el término M_{uyy} no se considera

P_u = Carga última

M_{uxx} = Momento último alrededor del eje x

J_x = Momento polar de inercia

A_c = Área crítica de corte bidireccional que resiste el hormigón

(A_c = Perímetro crítico * d)

v_{cb} = Esfuerzo de corte bidireccional que resiste el hormigón

$$v_{cb} := 1.06 \cdot \sqrt{240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$A_c := 2 \cdot (b + d + h + d) \cdot d$$

$$A_c = 2 \cdot (0.8 + 2 d) \cdot d$$

Expresión general del momento de inercia de J/c

$$\frac{J}{c} = \frac{a \cdot d \cdot (a + 3b) + d^3}{3}$$

$$a := b + d$$

$$b := h + d$$

Para el presente caso

$$a := b$$

$$\frac{Jx}{c} = \frac{4 \cdot a^2 \cdot b + d^3}{3}$$

Reemplazando en la ecuación (1) y despejando d

$$d5 := 0.0921 \text{ m}$$

RESUMEN

$$d = 0.15 \text{ m}$$

$$d2 = 0.19 \text{ m}$$

$$d3 = 0.16 \text{ m}$$

$$d4 = 0.23 \text{ m}$$

$$d5 = 0.092 \text{ m}$$

<i>CORTE</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>H</i>
(.)	(cm)	(cm)	(cm)
<u>Unidireccional</u>	16	23.5	25
<i>Bidirecc1Alter</i>	23	30.5	31
<i>Bidirecc2Alter</i>	10	17.5	18

Se adopta H=30cm

$$H := 30 \text{ cm}$$

Eficiencia de cortante de la altura de la zapata

$$\rho := \frac{23.5 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} \cdot 100\% = 0.94$$

Altura efectiva real de la zapata

$$d6 := 0.30 \text{ m} - 0.075 \text{ m} = 0.225 \text{ m}$$

$$d6 = 22.5 \text{ cm}$$

Momento último

$$\frac{qsu1 - qsu2}{B1} = \frac{q'u}{\frac{B1}{2} - \frac{b}{2}}$$

$$q'u := \left(\frac{B1}{2} - \frac{b}{2} \right) \cdot \left(\frac{qsu1 - qsu2}{B1} \right) = 0.212 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q''u := q'u + qsu2 = 17.49 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$M'u := \frac{q''u \cdot \left(\frac{B1}{2} - \frac{b}{2} \right)^2}{2} + (qsu1 - q''u) \cdot \left(\frac{B1}{2} - \frac{b}{2} \right) \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2}$$

$$M'u = \frac{17.49 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \cdot (0.8 \text{ m})^2}{2} + \left(17.819 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} - 17.49 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right) \cdot (0.80 \text{ m}) \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2}$$

$$M'u := 1.935 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M'u := 193578.66 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Revisión de altura por flexión

$\phi := 0.90$	$b1 := 100 \text{ cm}$	$f'c$	Ru
		$\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$	$\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$
$Ru := 45.39 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$		240	45.39

$$d7 := \sqrt{\frac{M'u}{\phi \cdot Ru \cdot b1}}$$

$$d7 = 0.069 \text{ m}$$

$$d7 = 6.884 \text{ cm}$$

El d calculado para flexión es menor que d=17.5cm, por lo tanto la altura efectiva "d" es correcta.

Acero de refuerzo

Acero mínimo requerido por **metro**

$$Ac_{min} := 0.0018 \cdot b_1 \cdot H$$

$$Ac_{min} = 5.4 \text{ cm}^2/\text{metro}$$

Acero mínimo requerido por **metro de zapata**

$$f_y := 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad M'u = (1.936 \cdot 10^5) \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$A_s := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b_1 \cdot d}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M'u}{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b_1 \cdot d^2}} \right)$$

$$A_{s1} := \frac{0.85 \cdot 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 100 \text{ cm} \cdot 22.5 \text{ cm}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1.936 \cdot 100000 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0.85 \cdot 0.9 \cdot 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 100 \text{ cm} \cdot (17.5 \text{ cm})^2}} \right)$$

$$A_{s1} = 3.83 \text{ cm}^2$$

El acero requerido es menor al acero mínimo, así que se utilizará el mínimo

$$A_s := Ac_{min} = 5.4 \text{ cm}^2$$

Acero colocado

$$A_s \quad 3 \quad \phi 16\text{mm} \quad A_{s1.1} := 3 \cdot 2.011 \text{ cm}^2 = 6.033 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_{s1.1}}{A_s} - 1 = 0.117$$

El acero colocado es 34% mayor al acero requerido

$$A_s \quad 1 \quad \phi 16\text{mm} \quad @20\text{cm}$$

Longitud de desarrollo a tracción

$$\begin{aligned}\psi_t &:= 1 \\ \psi_e &:= 1 \\ \lambda &:= 1 \\ f_y &:= 420 \frac{N}{mm^2}\end{aligned}$$

$$f'_c := 24 \frac{N}{mm^2}$$

$$db := 16 \text{ mm}$$

$$ld := \frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e \cdot \lambda}{1.4 \cdot \sqrt{f'_c}} \cdot db$$

$$ld = 979.796 \frac{kg^{\frac{1}{2}} \cdot m^{\frac{1}{2}}}{s}$$

$$ld := 97 \text{ cm}$$

La longitud de acero a colocar es de 155 cm, debido a los 15cm restantes del recubrimiento para ambos lados. La longitud embebida es de 77.5cm razón por la cual se requiere colocar pata en el hierro para desarrollar el esfuerzo de tracción

CHEQUEO POR APLASTAMIENTO

$$Acargada := 0.40 \text{ m} \cdot 0.4 \text{ m} = 0.16 \text{ m}^2$$

$$Asoporte := B1 \cdot L1 = 4 \text{ m}^2$$

$$N := \sqrt[2]{\frac{Asoporte}{Acargada}} = 5$$

La resistencia al aplastamiento sobre la columna normalmente es de $0.85 \cdot \phi \cdot f'_c$

$$Res_{aplas} := 0.85 \cdot 0.65 \cdot 240 \frac{kg}{cm^2}$$

$$Res_{aplas} = 132.6 \frac{kg}{cm^2}$$

La resistencia admisible de aplastamiento sobre la zapata normalmente es de $2 \cdot 0.85 \cdot \phi \cdot f'_c$

$$Res_{aplas} \cdot 2 = 265.2 \frac{kg}{cm^2}$$

La resistencia admisible de aplastamiento en la zapata es mayor al aplastamiento de la columna, por lo cual se descarta este tipo de falla

Anexo B2

Cadenas de cimentación

DISEÑO DE RIOSTRAS EDIFICIOS CONVENCIONALES

Propiedades de los Materiales

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Características de la sección

$$b := 25 \text{ cm}$$

$$h := 30 \text{ cm}$$

Luz del elemento (centro-centro)

$$L := 4.55 \text{ m}$$

Apoyos del elemento (frontal-posterior)

$$c_f := 35 \text{ cm}$$

$$c_p := 35 \text{ cm}$$

$$c_{prom} := \frac{c_f + c_p}{2} = 35 \text{ cm}$$

Requerimientos geométrico de elementos sometidos a flexión

$$P_u := 0 \text{ tonnef}$$

Carga Axial Despreciable

$$P_{ut} := 0 \text{ tonnef}$$

1) Revisar si el elemento se comporta como viga o columna.

$$P_{u_max} := b \cdot h \cdot \frac{f'_c}{10} = 18 \text{ tonnef}$$

$$P_{u_max} > P_u = 1$$

1: Cumple

0: No Cumple

2) Revisar si la relación luz neta-beralte es apropiada.

$$l_n := L - c_{prom} = 4.2 \text{ m}$$

$$y_{t_est} := 6 \text{ cm}$$

$$d := h - y_{t_est} = 24 \text{ cm}$$

$$\frac{l_n}{d} = 17.5$$

$$\frac{l_n}{d} > 4 = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

3) Revisar el ancho de base.

$$b_{min} := \max(0.3 \cdot h, 10 \text{ in}) = 25.4 \text{ cm}$$

$$b_{max} := c_f + 1.5 \cdot c_p = 87.5 \text{ cm}$$

$$b_{min} < b < b_{max} = 0 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

Requerimientos de diseño en elementos sometidos a flexión

Revisar cuantías.

$$\rho_{min} := \max\left(\frac{0.8 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} \cdot \sqrt[2]{\frac{f'_c \cdot \text{cm}^2}{\text{kgf}}}, \frac{14 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y}\right) = 0.00333$$

$$\beta_1 := \text{if } f'_c \leq 280 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \left. \begin{array}{l} \parallel 0.85 \\ \text{else if } 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} < f'_c < 560 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \parallel \left(0.85 - 0.1 \cdot \left(\frac{f'_c - 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{140 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) \right) \\ \text{else if } f'_c \geq 560 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \parallel 0.65 \end{array} \right\} = 0.85$$

$$\rho_b := \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}} \right) = 0.024$$

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.018$$

$$\rho_{max} := \min(0.025, \rho_{max}) = 0.018$$

NOTA: Se debe emplear mínimo 2 varillas continuas.

Diseño a Flexión

$$\phi := 0.9$$

Cargas de Diseño (SAP2000)

1) Refuerzo longitudinal en Apoyos

$$M_{u_izq_neg} := 1.85 \cdot \text{tonnef} \cdot m \quad P_u = 0 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_izq_pos} := 1.85 \cdot \text{tonnef} \cdot m \quad P_{ut} = 0 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_cen_neg} := 1.85 \cdot \text{tonnef} \cdot m$$

$$M_{u_cen_pos} := 1.85 \cdot \text{tonnef} \cdot m$$

$$M_{u_der_neg} := 1.85 \cdot \text{tonnef} \cdot m$$

$$M_{u_der_pos} := 1.85 \cdot \text{tonnef} \cdot m$$

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Localizacion	Mu [ton-m]	As req [cm2]	Refuerzo	As disp [cm2]	Φ Mn [ton-m]	ρ
Apoyo izquierdo negativo	1.85	2.12	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038
Apoyo izquierdo positivo	1.85	2.12	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038
Negativo centro	1.85	2.12	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038
Positivo centro	1.85	2.12	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038
Apoyo derecho negativo	1.85	2.12	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038
Apoyo derecho positivo	1.85	2.12	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038

$$A_{s_disp_pos} := 3.39 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{s_disp_neg} := 3.39 \cdot \text{cm}^2$$

Columna 3

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_izq_neg}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 2.1161 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_izq_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 2.1161 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_cen_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 2.1161 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_der_neg}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 2.1161 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_der_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 2.1161 \text{ cm}^2$$

Revisión por capacidad a flexión

Columna 5 $A_{s_disp} = \frac{\pi \cdot \phi_{var}^2}{4} \cdot \#varilla$

Columna 6 $\phi M_n = \phi \cdot A_{s_disp} \cdot f_y \cdot \left(d - 0.59 \frac{A_s \cdot f_y}{b \cdot f'_c} \right)$

Diseño por Corte

$$\phi_c := 0.75$$

1) Momento Plástico Probable Positivo

$$A_{s_disp_pos} = 3.39 \text{ cm}^2$$

Se considera una sobre resistencia del material por seguridad para que no falle a cortante $\rightarrow F_y = 1.25 \cdot F_y$

$$a_pos := \frac{A_{s_disp_pos} \cdot (1.25 \cdot f_y)}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.49 \text{ cm}$$

$$Mpr_pos := A_{s_disp_pos} \cdot (1.25 \cdot f_y) \cdot \left(d - \frac{a_pos}{2} \right) = 3.961 \text{ tonnef} \cdot m$$

2) Momento Plástico Probable Negativo

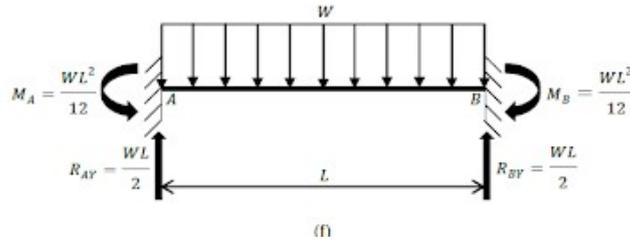
$$A_{s_disp_neg} = 3.39 \text{ cm}^2$$

$$a_neg := \frac{A_{s_disp_neg} \cdot (1.25 \cdot f_y)}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.49 \text{ cm}$$

$$Mpr_neg := A_{s_disp_neg} \cdot (1.25 \cdot f_y) \cdot \left(d - \frac{a_neg}{2} \right) = 3.961 \text{ tonnef} \cdot m$$

Fuerzas cortante de diseño

3) Carga gravitacional



Wu es determinada con la distribución de carga que hace el programa de análisis estructural

$$w_u := 1.2 \cdot (0.028 + 0.3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} + 1.6 \cdot 0.079 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} = 0.52 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$V_g := w_u \cdot \frac{ln}{2} = 1.092 \text{ tonnef}$$

$$V_g = 1.092 \text{ tonnef}$$

4) Cortante debido a sismo

$$V_{eq} := \frac{Mpr_neg + Mpr_pos}{ln} = 1.886 \text{ tonnef}$$

5) Cortante Equivalente, cortante ultimo

$$V_e := V_g + V_{eq}$$

$$V_u := V_e = 2.978 \text{ tonnef}$$

Resistencia a Cortante del hormigón

$$V_c := \begin{cases} \text{if } \frac{V_u}{2} \geq V_{eq} \wedge Pu < \frac{h \cdot b \cdot f'_c}{20} & = 0 \text{ tonnef} \\ \left\| \begin{array}{l} 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b \cdot d \\ \text{else} \\ 0 \cdot \text{tonnef} \end{array} \right. & \frac{V_u}{2} > V_{eq} = 0 \end{cases}$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c = 3.971 \text{ tonnef}$$

6) Limite máximo

$$V_u < \phi c \cdot (V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d)$$

$$V_u < \phi c \cdot \left(V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \right) = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

7) Espaciamiento máximo, s_{max} en zona de confinamiento

$$\Phi_{long} := 1.2 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{4} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{max} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \Phi_{long}, 15 \text{ cm} \right) = 6 \text{ cm}$$

$$6 \cdot \Phi_{long} = 7.2 \text{ cm}$$

Longitud de la zona de confinamiento

$$2 h = 60 \text{ cm}$$

8) Determinación de Φ de estribo y espaciamiento en zona de confinamiento

$$\Phi_{est} := 10 \text{ mm}$$

Se emplearán estribos $\Phi_{est} = 10 \text{ mm}$ en 2 ramas.

$$A_v := \frac{\pi \cdot (\Phi_{est})^2}{4} \cdot 2 = 1.571 \text{ cm}^2$$

$$s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$s = 39.875 \text{ cm}$$

Se escoge $s := 5 \text{ cm}$

Verificación de resistencia al corte

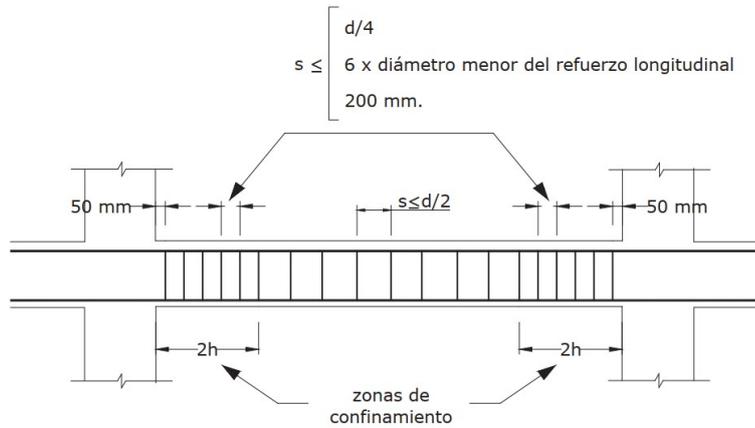
$$V_s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = 31.667 \text{ tonnef}$$

$$V_u \leq \phi c \cdot (V_c + V_s) = 1$$

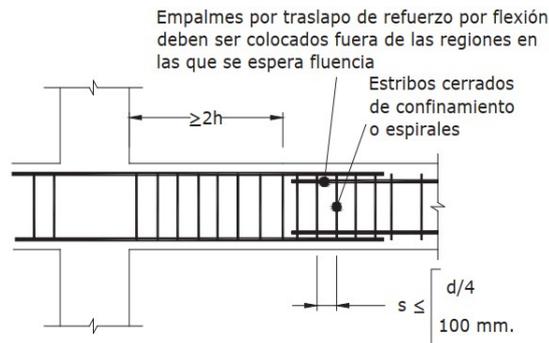
1: Cumple
0: No Cumple

9) Espaciamiento máximo, s_{max} en zona no confinada

$$S_{max} := \frac{d}{2} = 12 \text{ cm} \quad \text{Se escoge } 10\text{cm}$$



10) Separación de los estribos en traslapes



$$S_{max} := \min\left(\frac{d}{4}, 10 \text{ cm}\right) = 6 \text{ cm} \quad \text{Se escoge } 5\text{cm}$$

Longitudes de Desarrollo

$$\phi_{pos} := 12 \text{ mm}$$

$$\Psi_t := 1$$

$$\Psi_e := 1$$

$$\lambda := 1$$

$$l_{d_pos} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \phi_{pos} = 49.29 \text{ cm}$$

$$\phi_{neg} := 12 \text{ mm}$$

$$l_{d_neg} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \phi_{neg} = 49.29 \text{ cm}$$

Longitud de Traslape

$$\text{Traslape} := \max(1.3 \cdot l_{d_pos}, 30 \text{ cm}) = 64.08 \text{ cm}$$

$$\text{Traslape} := \max(1.3 \cdot l_{d_neg}, 30 \text{ cm}) = 64.08 \text{ cm}$$

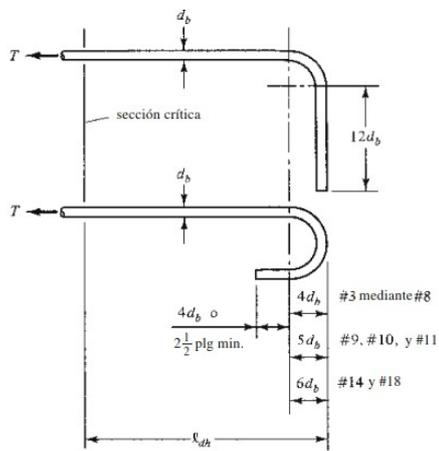
Escoger 70 cm

Longitud de Desarrollo para anclaje

$$l_{dh} := \frac{f_y \cdot \phi_{neg}}{17.2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} = 18.915 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \max(l_{dh}, 8 \cdot \phi_{neg}, 15 \text{ cm}) = 18.915 \text{ cm}$$

Escoger 20 cm



$$4 \cdot \phi_{neg} = 4.8 \text{ cm}$$

$$12 \cdot \phi_{neg} = 14.4 \text{ cm}$$

Anexo B3

Columnas

DISEÑO DE COLUMNAS EDIFICIOS CONVENCIONALES

Diseño de Columnas PB

Propiedades de los Materiales

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Geometría de las columnas

$$b := 40 \text{ cm}$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

$$h := 40 \text{ cm}$$

$$L_{\text{entrepiso}} := 3.75 \text{ m}$$

Cargas de Diseño

$$P_u := 52.6 \text{ tonnef}$$

Columna central

$$V_u := 3.55 \text{ tonnef}$$

$$M_{ux_sup} := 2.79 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{ux_inf} := 4.1 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{uy_sup} := 4.12 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{uy_inf} := 5.26 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_u_sup := \sqrt{M_{ux_sup}^2 + M_{uy_sup}^2} = 4.976 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_u_inf := \sqrt{M_{ux_inf}^2 + M_{uy_inf}^2} = 6.669 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Requerimientos geométricos en elementos sometidos a flexo-compresión

1) Revisar si el elemento se comporta como viga o columna.

$$Pu_{min} := b \cdot h \cdot \frac{f'_c}{10} = 38.4 \text{ tonnef}$$

$$Pu_{min} < Pu = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

2) Revisar la mínima dimensión de columna.

$$b = 40 \text{ cm} \quad b > 30 \text{ cm} = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

3) Revisar la relación b/h de la columna.

$$\frac{b}{h} = 1 \quad \frac{b}{h} > 0.4 = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

Diseño del refuerzo

$$\phi_c := 0.65$$

$$\phi_f := 0.9$$

Se empleará refuerzo longitudinal $\phi_b := 16 \text{ mm}$. Confinado por estribos $\phi_{est} := 10 \text{ mm}$.

Del análisis estructural se obtiene una cuantía de 1%

$$\rho_{col} := 1\%$$

$$0.01 \leq \rho_{col} \leq 0.03 = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

$$As_{col} := \rho_{col} \cdot b \cdot h = 16 \text{ cm}^2$$

$$n_{barras} := \frac{As_{col}}{\frac{\pi}{4} \cdot \phi_b^2} = 7.958$$

$$n_{barras_esc} := 8$$

Se selecciona el entero mayor

Diseño de refuerzo por Confinamiento

Debe proporcionarse en una longitud mínima medida desde los nodos.

$$l_o := \max\left(h, \frac{L_{entrepiso}}{6}, 45 \text{ cm}\right) = 62.5 \text{ cm}$$

Separación de estribos en zona confinada

Espaciamiento máximo para los estribos de $\phi_{est} = 10 \text{ mm}$

$$h_x := b - 2 \cdot \left(rec + \phi_{est} + \frac{\phi b}{2} \right) = 28.4 \text{ cm}$$

$$S_x := 10 \cdot \text{cm} + \frac{35 \cdot \text{cm} - h_x}{3} = 12.2 \text{ cm}$$

$$s_{max} := \min\left(\frac{\min(b, h)}{4}, 6 \cdot \phi b, S_x, 10 \text{ cm}\right) = 9.6 \text{ cm}$$

Se optará una separación de estribos en la zona de confinamiento de $s := 10 \text{ cm}$

Refuerzo transversal para confinamiento

$$bc := b - 2 \cdot rec = 32 \text{ cm}$$

$$hc := h - 2 \cdot rec = 32 \text{ cm}$$

$$Ash := \max\left(0.3 \cdot s \cdot hc \cdot \left(\frac{b \cdot h}{bc \cdot hc} - 1\right) \cdot \frac{f'_c}{f_y}, 0.09 \cdot s \cdot hc \cdot \frac{f'_c}{f_y}\right) = 3.086 \text{ cm}^2$$

$$n_{ramales_est} := \frac{Ash}{\frac{\pi}{4} \cdot \phi_{est}^2} = 3.929$$

$$n_{ramales_esc} := 4$$

Se selecciona el entero mayor

Separación de estribos fuera de zona Confinamiento

Espaciamiento para los estribos de $\phi_{est} = 10 \text{ mm}$

$$s_{max} := \min(6 \cdot \phi b, 15 \text{ cm}) = 9.6 \text{ cm}$$

Se optará una separación de estribos en **fuera** de zona de confinamiento de
 $s := 10 \text{ cm}$

Diseño por Corte

$$\phi_{cort} := 0.75$$

$$\phi := 0.9$$

$$d := h - rec - \phi_{est} - \frac{\phi b}{2} = 34.2 \text{ cm}$$

$$M_{pr} := 17 \cdot \text{tonnef} \cdot m \quad \text{Momento en el punto de equilibrio}$$

$$A_{s_disp} := n_barras_esc \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \phi b^2 = 16.085 \text{ cm}^2$$

$$M_{pr} := \phi \cdot A_{s_disp} \cdot 1.25 \text{ fy} \cdot \left(d - 0.59 \frac{A_{s_disp} \cdot 1.25 \text{ fy}}{b \cdot f'c} \right)$$

$$M_{pr} = 22.048 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$V_u := \frac{M_{pr} + M_{pr}}{L_{entrepiso} - h_{viga}} = 13.362 \text{ tonnef}$$

$$h_{viga} := 45 \text{ cm}$$

$$V_c := 0$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c = 20.558 \text{ tonnef}$$

6) Limite máximo cortante

$$V_u < \phi_{cort} \cdot \left(V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b \cdot d} \right) = 1$$

1: Cumple
 0: No Cumple

7) Verificación de resistencia al corte

$$s = 10 \text{ cm} \quad A_v := \frac{\pi \cdot (\phi_{est})^2}{4} \cdot n_ramales_esc = 3.142 \text{ cm}^2$$

$$V_s := \frac{A_v \cdot \text{fy} \cdot d}{s} = 45.126 \text{ tonnef}$$

$$V_u \leq \phi_{cort} \cdot (V_c + V_s) = 1$$

1: Cumple
0: No Cumple

Longitudes de Traslape - Clase B

1) En el centro del entrepiso

$$ldh_{min} := \frac{fy}{3.5 \cdot 2.5 \frac{kgf}{cm^2} \cdot \sqrt{f'c \cdot 1 \frac{cm^2}{kgf}}} \cdot \phi b = 50 \text{ cm}$$

$$ldt_{rec} := \max(1.3 \cdot ldh_{min}, 30 \text{ cm}, 40 \cdot \phi_{est}) = 64 \text{ cm}$$

Se opta por traslapes de longitud: 80 cm

DISEÑO DE COLUMNAS EDIFICIOS CONVENCIONALES

Diseño de Columnas 2do piso

Propiedades de los Materiales

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Geometría de las columnas

$$b := 35 \text{ cm}$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

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

$$L_{\text{entrepiso}} := 3.4 \text{ m}$$

Cargas de Diseño

$$P_u := 4.96 \text{ tonnef}$$

Columna central

$$V_u := 3.55 \text{ tonnef}$$

$$M_{ux_sup} := 1.44 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{ux_inf} := 2.49 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{uy_sup} := 1.37 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{uy_inf} := 2.96 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_u_sup := \sqrt{M_{ux_sup}^2 + M_{uy_sup}^2} = 1.988 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_u_inf := \sqrt{M_{ux_inf}^2 + M_{uy_inf}^2} = 3.868 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Requerimientos geométricos en elementos sometidos a flexo-compresión

1) Revisar si el elemento se comporta como viga o columna.

$$Pu_{min} := b \cdot h \cdot \frac{f'_c}{10} = 29.4 \text{ tonnef}$$

$$Pu_{min} < Pu = 0 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

2) Revisar la mínima dimensión de columna.

$$b = 35 \text{ cm} \quad b > 30 \text{ cm} = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

3) Revisar la relación b/h de la columna.

$$\frac{b}{h} = 1 \quad \frac{b}{h} > 0.4 = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

Diseño del refuerzo

$$\phi_c := 0.65 \quad \phi_f := 0.9$$

Se empleará refuerzo longitudinal $\phi_b := 14 \text{ mm}$. Confinado por estribos $\phi_{est} := 10 \text{ mm}$.

Del análisis estructural se obtiene una cuantía de 1%

$$\rho_{col} := 1\%$$

$$0.01 \leq \rho_{col} \leq 0.03 = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

$$As_{col} := \rho_{col} \cdot b \cdot h = 12.25 \text{ cm}^2$$

$$n_{barras} := \frac{As_{col}}{\frac{\pi}{4} \cdot \phi_b^2} = 7.958$$

$$n_{barras_esc} := 8$$

Se selecciona el entero mayor

Diseño de refuerzo por Confinamiento

Debe proporcionarse en una longitud mínima medida desde los nodos.

$$l_o := \max\left(h, \frac{L_{entrepiso}}{6}, 45 \text{ cm}\right) = 56.667 \text{ cm}$$

Separación de estribos en zona confinada

Espaciamiento máximo para los estribos de $\phi_{est} = 10 \text{ mm}$

$$h_x := b - 2 \cdot \left(rec + \phi_{est} + \frac{\phi b}{2} \right) = 23.6 \text{ cm}$$

$$S_x := 10 \cdot \text{cm} + \frac{35 \cdot \text{cm} - h_x}{3} = 13.8 \text{ cm}$$

$$s_{max} := \min\left(\frac{\min(b, h)}{4}, 6 \cdot \phi b, S_x, 10 \text{ cm}\right) = 8.4 \text{ cm}$$

Se optará una separación de estribos en la zona de confinamiento de $s := 8 \text{ cm}$

Refuerzo transversal para confinamiento

$$bc := b - 2 \cdot rec = 27 \text{ cm}$$

$$hc := h - 2 \cdot rec = 27 \text{ cm}$$

$$Ash := \max\left(0.3 \cdot s \cdot hc \cdot \left(\frac{b \cdot h}{bc \cdot hc} - 1\right) \cdot \frac{f'_c}{f_y}, 0.09 \cdot s \cdot hc \cdot \frac{f'_c}{f_y}\right) = 2.519 \text{ cm}^2$$

$$n_{ramales_est} := \frac{Ash}{\frac{\pi}{4} \cdot \phi_{est}^2} = 3.208$$

$$n_{ramales_esc} := 4$$

Se selecciona el entero mayor

Separación de estribos fuera de zona Confinamiento

Espaciamiento para los estribos de $\phi_{est} = 10 \text{ mm}$

$$s_{max} := \min(6 \cdot \phi b, 15 \text{ cm}) = 8.4 \text{ cm}$$

Se optará una separación de estribos en **fuera** de zona de confinamiento de
 $s := 8 \text{ cm}$

Diseño por Corte

$$\phi_{cort} := 0.75$$

$$\phi := 0.9$$

$$d := h - rec - \phi_{est} - \frac{\phi b}{2} = 29.3 \text{ cm}$$

$$M_{pr} := 13 \cdot \text{tonnef} \cdot m \quad \text{Momento en el punto de equilibrio}$$

$$A_{s_disp} := n_barras_esc \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \phi b^2 = 12.315 \text{ cm}^2$$

$$M_{pr} := \phi \cdot A_{s_disp} \cdot 1.25 \text{ fy} \cdot \left(d - 0.59 \frac{A_{s_disp} \cdot 1.25 \text{ fy}}{b \cdot f'c} \right)$$

$$M_{pr} = 14.407 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$V_u := \frac{M_{pr} + M_{pr}}{L_{entrepiso} - h_{viga}} = 9.767 \text{ tonnef}$$

$$h_{viga} := 45 \text{ cm}$$

$$V_c := 0$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c = 15.027 \text{ tonnef}$$

6) Limite máximo cortante

$$V_u < \phi_{cort} \cdot \left(V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b \cdot d} \right) = 1$$

1: Cumple
 0: No Cumple

7) Verificación de resistencia al corte

$$s = 8 \text{ cm} \quad A_v := \frac{\pi \cdot (\phi_{est})^2}{4} \cdot n_ramales_esc = 3.142 \text{ cm}^2$$

$$V_s := \frac{A_v \cdot \text{fy} \cdot d}{s} = 48.326 \text{ tonnef}$$

$$V_u \leq \phi_{cort} \cdot (V_c + V_s) = 1$$

1: Cumple
0: No Cumple

Longitudes de Traslape - Clase B

1) En el centro del entrepiso

$$ldh_{min} := \frac{fy}{3.5 \cdot 2.5 \frac{kgf}{cm^2} \cdot \sqrt{f'c \cdot 1 \frac{cm^2}{kgf}}} \cdot \phi b = 43 \text{ cm}$$

$$ldt_{rec} := \max(1.3 \cdot ldh_{min}, 30 \text{ cm}, 40 \cdot \phi_{est}) = 56 \text{ cm}$$

Se opta por traslapes de longitud: 70 cm

Anexo B4

Vigas

DISEÑO DE VIGAS EDIFICIOS CONVENCIONALES

Diseño de Vigas

Propiedades de los Materiales

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Características de la sección

$$b := 30 \text{ cm}$$

$$h := 45 \text{ cm}$$

Luz del elemento (centro-centro)

$$L := 4.55 \text{ m}$$

Apoyos del elemento (frontal-posterior)

$$cf := 40 \text{ cm}$$

$$cp := 40 \text{ cm}$$

$$c_{prom} := \frac{cf + cp}{2} = 40 \text{ cm}$$

Requerimientos geométrico de elementos sometidos a flexión

$$Pu := 0 \text{ tonnef}$$

Carga Axial Despreciable

$$Put := 0 \text{ tonnef}$$

1) Revisar si el elemento se comporta como viga o columna.

$$Pu_{max} := b \cdot h \cdot \frac{f'_c}{10} = 32.4 \text{ tonnef}$$

$$Pu_{max} > Pu = 1$$

1: Cumple

0: No Cumple

2) Revisar si la relación luz neta-peralte es apropiada.

$$ln := L - c_{prom} = 4.15 \text{ m}$$

$$yt_{est} := 6 \text{ cm}$$

$$d := h - yt_{est} = 39 \text{ cm}$$

$$\frac{ln}{d} = 10.641$$

$$\frac{ln}{d} > 4 = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

3) Revisar el ancho de base.

$$b_{min} := \max(0.3 \cdot h, 10 \text{ in}) = 25.4 \text{ cm}$$

$$b_{max} := cf + 1.5 \cdot cp = 100 \text{ cm}$$

$$b_{min} < b < b_{max} = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

Requerimientos de diseño en elementos sometidos a flexión

Revisar cuantías.

$$\rho_{min} := \max\left(\frac{0.8 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} \cdot \sqrt{\frac{f'_c \cdot \text{cm}^2}{\text{kgf}}}, \frac{14 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y}\right) = 0.00333$$

$$\beta_1 := \text{if } f'_c \leq 280 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \left. \begin{array}{l} \parallel 0.85 \\ \text{else if } 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} < f'_c < 560 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \parallel 0.85 - 0.1 \cdot \left(\frac{f'_c - 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{140 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) \\ \text{else if } f'_c \geq 560 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \parallel 0.65 \end{array} \right\} = 0.85$$

$$\rho_b := \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}} \right) = 0.024$$

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.018$$

$$\rho_{max} := \min(0.025, \rho_{max}) = 0.018$$

NOTA: Se debe emplear mínimo 2 varillas continuas.

Diseño a Flexión

$$\phi := 0.9$$

Cargas de Diseño (SAP2000)

1) Refuerzo longitudinal en Apoyos

$$M_{u_izq_neg} := 5.6 \cdot \text{tonnef} \cdot m \quad P_u = 0 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_izq_pos} := 1.44 \cdot \text{tonnef} \cdot m \quad P_u = 0 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_cen_neg} := 0.16 \cdot \text{tonnef} \cdot m$$

$$M_{u_cen_pos} := 3.3 \cdot \text{tonnef} \cdot m$$

$$M_{u_der_neg} := 5.86 \cdot \text{tonnef} \cdot m$$

$$M_{u_der_pos} := 2.13 \cdot \text{tonnef} \cdot m$$

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Localizacion	Mu [ton-m]	As req [cm2]	Refuerzo	As disp [cm2]	Φ Mn [ton-m]	ρ
Apoyo izquierdo negativo	5.6	3.93	3 Φ 16	6.03	8.42	0.0052
Apoyo izquierdo positivo	1.44	0.99	3 Φ 14	4.62	6.53	0.0039
Negativo centro	0.16	0.11	3 Φ 16	6.03	8.42	0.0052
Positivo centro	3.3	2.28	3 Φ 14	4.62	6.53	0.0039
Apoyo derecho negativo	5.86	4.12	3 Φ 16	6.03	8.42	0.0052
Apoyo derecho positivo	2.13	1.46	3 Φ 14	4.62	6.53	0.0039

$$A_{s_disp_pos} := 4.62 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{s_disp_neg} := 6.03 \cdot \text{cm}^2$$

Columna 3

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_izq_neg}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 3.9349 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_izq_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 0.9853 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot J_c \cdot \rho \cdot a)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{Z \cdot M_{u_cen_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 2.2844 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_der_neg}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 4.1247 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_der_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 1.4637 \text{ cm}^2$$

Revisión por capacidad a flexión

Columna 5 $A_{s_disp} = \frac{\pi \cdot \phi_{var}^2}{4} \cdot \#varilla$

Columna 6 $\phi M_n = \phi \cdot A_{s_disp} \cdot f_y \cdot \left(d - 0.59 \frac{A_s \cdot f_y}{b \cdot f'_c} \right)$

Diseño por Corte

$$\phi_c := 0.75$$

1) Momento Plástico Probable Positivo

$$A_{s_disp_pos} = 4.62 \text{ cm}^2$$

Se considera una sobre resistencia del material por seguridad para que no falle a cortante $\rightarrow F_y = 1.25 \cdot F_y$

$$a_pos := \frac{A_{s_disp_pos} \cdot (1.25 \cdot f_y)}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.963 \text{ cm}$$

$$Mpr_pos := A_{s_disp_pos} \cdot (1.25 \cdot f_y) \cdot \left(d - \frac{a_pos}{2} \right) = 8.979 \text{ tonnef} \cdot m$$

2) Momento Plástico Probable Negativo

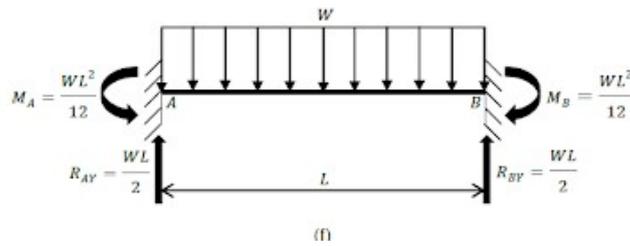
$$A_{s_disp_neg} = 6.03 \text{ cm}^2$$

$$a_neg := \frac{A_{s_disp_neg} \cdot (1.25 \cdot f_y)}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 5.173 \text{ cm}$$

$$Mpr_neg := A_{s_disp_neg} \cdot (1.25 \cdot f_y) \cdot \left(d - \frac{a_neg}{2} \right) = 11.528 \text{ tonnef} \cdot m$$

Fuerzas cortante de diseño

3) Carga gravitacional



Wu es determinada con la distribución de carga que hace el programa de análisis estructural

$$w_u := 1.2 \cdot (1.946 + 0.54) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} + 1.6 \cdot 3.24 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} = 8.167 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$V_g := w_u \cdot \frac{ln}{2} = 16.947 \text{ tonnef}$$

$$V_g = 16.947 \text{ tonnef}$$

4) Cortante debido a sismo

$$V_{eq} := \frac{Mpr_{neg} + Mpr_{pos}}{ln} = 4.941 \text{ tonnef}$$

5) Cortante Equivalente, cortante ultimo

$$V_e := V_g + V_{eq}$$

$$V_u := V_e = 21.888 \text{ tonnef}$$

Resistencia a Cortante del hormigón

$$V_c := \begin{cases} \text{if } \frac{V_u}{2} \geq V_{eq} \wedge Pu < \frac{h \cdot b \cdot f'_c}{20} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \\ \text{else} \\ 0 \end{array} \right. \\ \end{cases} = 9.607 \text{ tonnef}$$

$$\frac{V_u}{2} > V_{eq} = 1$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c = 19.578 \text{ tonnef}$$

6) Limite máximo

$$V_u < \phi c \cdot (V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d)$$

$$V_u < \phi c \cdot \left(V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} \cdot b \cdot d \right) = 1$$

1: Cumple
0: No Cumple

7) Espaciamiento máximo, s_{max} en zona de confinamiento

$$\Phi_{long} := 1.4 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{4} = 9.75 \text{ cm}$$

$$S_{max} := \min\left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \Phi_{long}, 15 \text{ cm}\right) = 8.4 \text{ cm}$$

$$6 \cdot \Phi_{long} = 8.4 \text{ cm}$$

Longitud de la zona de confinamiento

$$2 h = 90 \text{ cm}$$

8) Determinación de Φ de estribo y espaciamiento en zona de confinamiento

$$\Phi_{est} := 10 \text{ mm}$$

Se emplearán estribos $\Phi_{est} = 10 \text{ mm}$ en 2 ramas.

$$A_v := \frac{\pi \cdot (\Phi_{est})^2}{4} \cdot 2 = 1.571 \text{ cm}^2$$

$$s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$s = 13.142 \text{ cm}$$

Se escoge $s := 8 \text{ cm}$

Verificación de resistencia al corte

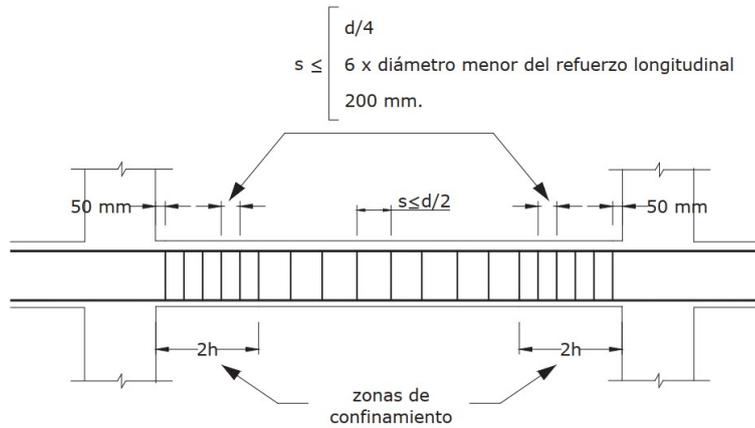
$$V_s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = 32.162 \text{ tonnef}$$

$$V_u \leq \phi c \cdot (V_c + V_s) = 1$$

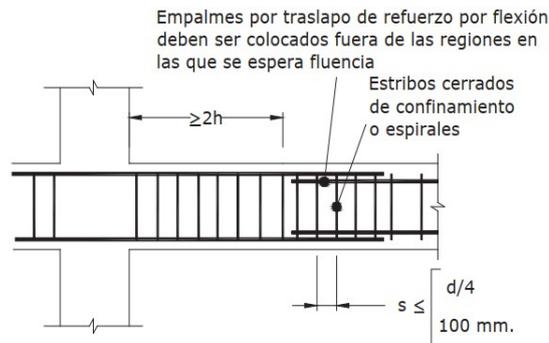
1: Cumple
0: No Cumple

9) Espaciamiento máximo, s_{max} en zona de no confinada

$$S_{max} := \frac{d}{2} = 19.5 \text{ cm} \quad \text{Se escoge } 15\text{cm}$$



10) Separación de los estribos en traslapes



$$S_{max} := \min\left(\frac{d}{4}, 10 \text{ cm}\right) = 9.75 \text{ cm} \quad \text{Se escoge } 8\text{cm}$$

Longitudes de Desarrollo

$$\phi_{pos} := 14 \text{ mm}$$

$$\Psi_t := 1$$

$$\Psi_e := 1$$

$$\lambda := 1$$

$$l_{d_pos} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \phi_{pos} = 57.51 \text{ cm}$$

$$\phi_{neg} := 16 \text{ mm}$$

$$l_{d_neg} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \phi_{neg} = 65.72 \text{ cm}$$

Longitud de Traslape

$$\text{Traslape} := \max(1.3 \cdot l_{d_pos}, 30 \text{ cm}) = 74.76 \text{ cm}$$

Escoger 80 cm

$$\text{Traslape} := \max(1.3 \cdot l_{d_neg}, 30 \text{ cm}) = 85.44 \text{ cm}$$

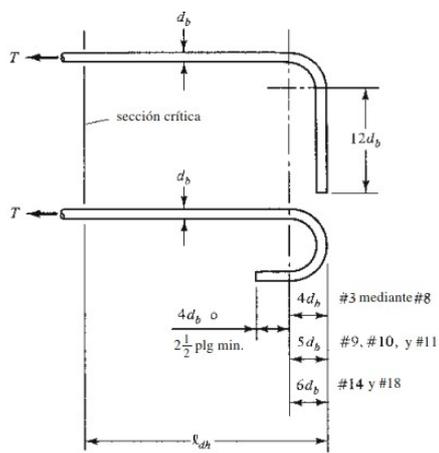
Escoger 90 cm

Longitud de Desarrollo para anclaje

$$l_{dh} := \frac{f_y \cdot \phi_{neg}}{17.2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}}} = 25.219 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \max(l_{dh}, 8 \cdot \phi_{neg}, 15 \text{ cm}) = 25.219 \text{ cm}$$

Escoger 25 cm



$$4 \cdot \phi_{neg} = 6.4 \text{ cm}$$

$$12 \cdot \phi_{neg} = 19.2 \text{ cm}$$

DISEÑO DE VIGAS EDIFICIOS CONVENCIONALES

Diseño de Vigas

Propiedades de los Materiales

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Características de la sección

$$b := 30 \text{ cm}$$

$$h := 45 \text{ cm}$$

Luz del elemento (centro-centro)

$$L := 4.55 \text{ m}$$

Apoyos del elemento (frontal-posterior)

$$cf := 40 \text{ cm}$$

$$cp := 40 \text{ cm}$$

$$c_{prom} := \frac{cf + cp}{2} = 40 \text{ cm}$$

Requerimientos geométrico de elementos sometidos a flexión

$$Pu := 0 \text{ tonnef}$$

Carga Axial Despreciable

$$Put := 0 \text{ tonnef}$$

1) Revisar si el elemento se comporta como viga o columna.

$$Pu_{max} := b \cdot h \cdot \frac{f'_c}{10} = 32.4 \text{ tonnef}$$

$$Pu_{max} > Pu = 1$$

1: Cumple

0: No Cumple

2) Revisar si la relación luz neta-peralte es apropiada.

$$ln := L - c_{prom} = 4.15 \text{ m}$$

$$yt_{est} := 6 \text{ cm}$$

$$d := h - yt_{est} = 39 \text{ cm}$$

$$\frac{ln}{d} = 10.641$$

$$\frac{ln}{d} > 4 = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

3) Revisar el ancho de base.

$$b_{min} := \max(0.3 \cdot h, 10 \text{ in}) = 25.4 \text{ cm}$$

$$b_{max} := cf + 1.5 \cdot cp = 100 \text{ cm}$$

$$b_{min} < b < b_{max} = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

Requerimientos de diseño en elementos sometidos a flexión

Revisar cuantías.

$$\rho_{min} := \max\left(\frac{0.8 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot \sqrt{\frac{f'_c \cdot cm^2}{kgf}}, \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y}\right) = 0.00333$$

$$\beta_1 := \text{if } f'_c \leq 280 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \quad \left. \begin{array}{l} \parallel 0.85 \\ \text{else if } 280 \cdot \frac{kgf}{cm^2} < f'_c < 560 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \\ \parallel 0.85 - 0.1 \cdot \left(\frac{f'_c - 280 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{140 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}\right) \\ \text{else if } f'_c \geq 560 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \\ \parallel 0.65 \end{array} \right\} = 0.85$$

$$\rho_b := \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}}\right) = 0.024$$

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.018$$

$$\rho_{max} := \min(0.025, \rho_{max}) = 0.018$$

NOTA: Se debe emplear mínimo 2 varillas continuas.

Diseño a Flexión

$$\phi := 0.9$$

Cargas de Diseño (SAP2000)

1) Refuerzo longitudinal en Apoyos

$$M_{u_izq_neg} := 8.64 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m} \quad P_u = 0 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_izq_pos} := 0.15 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m} \quad P_{ut} = 0 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_cen_neg} := 0 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_cen_pos} := 6.45 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_der_neg} := 9.24 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_der_pos} := 0 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

[1] Localizacion	[2] Mu [ton-m]	[3] As req [cm2]	[4] Refuerzo	[5] As disp [cm2]	[6] Φ Mn [ton-m]	[7] ρ
Apoyo izquierdo negativo	8.64	6.20	4 Φ 16	8.04	11.01	0.0069
Apoyo izquierdo positivo	0.15	0.10	3 Φ 14	4.62	6.53	0.0039
Negativo centro	0	0.00	3 Φ 16	6.03	8.42	0.0052
Positivo centro	6.45	4.56	3 Φ 14	4.62	6.53	0.0039
Apoyo derecho negativo	9.24	6.66	4 Φ 16	8.04	11.01	0.0069
Apoyo derecho positivo	0	0.00	3 Φ 14	4.62	6.53	0.0039

$$A_{s_disp_pos} := 4.62 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{s_disp_neg} := 11.13 \cdot \text{cm}^2$$

Columna 3

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_izq_neg}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 6.1989 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_izq_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 0.1018 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot J_c \cdot \rho \cdot a)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{Z \cdot M_{u_cen_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 4.558 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_der_neg}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 6.6578 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_der_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 0 \text{ cm}^2$$

Revisión por capacidad a flexión

Columna 5 $A_{s_disp} = \frac{\pi \cdot \phi_{var}^2}{4} \cdot \#varilla$

Columna 6 $\phi M_n = \phi \cdot A_{s_disp} \cdot f_y \cdot \left(d - 0.59 \frac{A_s \cdot f_y}{b \cdot f'_c} \right)$

Diseño por Corte

$$\phi_c := 0.75$$

1) Momento Plástico Probable Positivo

$$A_{s_disp_pos} = 4.62 \text{ cm}^2$$

Se considera una sobre resistencia del material por seguridad para que no falle a cortante $\rightarrow F_y = 1.25 \cdot F_y$

$$a_pos := \frac{A_{s_disp_pos} \cdot (1.25 \cdot f_y)}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.963 \text{ cm}$$

$$Mpr_pos := A_{s_disp_pos} \cdot (1.25 \cdot f_y) \cdot \left(d - \frac{a_pos}{2} \right) = 8.979 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

2) Momento Plástico Probable Negativo

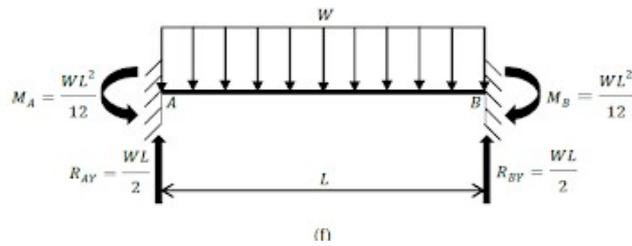
$$A_{s_disp_neg} = 11.13 \text{ cm}^2$$

$$a_neg := \frac{A_{s_disp_neg} \cdot (1.25 \cdot f_y)}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 9.548 \text{ cm}$$

$$Mpr_neg := A_{s_disp_neg} \cdot (1.25 \cdot f_y) \cdot \left(d - \frac{a_neg}{2} \right) = 19.999 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Fuerzas cortante de diseño

3) Carga gravitacional



Wu es determinada con la distribución de carga que hace el programa de análisis estructural

$$w_u := 1.2 \cdot (1.946 + 0.54) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} + 1.6 \cdot 3.24 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} = 8.167 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$V_g := w_u \cdot \frac{ln}{2} = 16.947 \text{ tonnef}$$

$$V_g = 16.947 \text{ tonnef}$$

4) Cortante debido a sismo

$$V_{eq} := \frac{Mpr_neg + Mpr_pos}{ln} = 6.983 \text{ tonnef}$$

5) Cortante Equivalente, cortante ultimo

$$V_e := V_g + V_{eq}$$

$$V_u := V_e = 23.93 \text{ tonnef}$$

Resistencia a Cortante del hormigón

$$V_c := \text{if } \frac{V_u}{2} \geq V_{eq} \wedge Pu < \frac{h \cdot b \cdot f'_c}{20} \left| \begin{array}{l} 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \\ \text{else} \\ 0 \end{array} \right. = 9.607 \text{ tonnef}$$

$$\frac{V_u}{2} > V_{eq} = 1$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c = 22.3 \text{ tonnef}$$

6) Limite máximo

$$V_u < \phi c \cdot (V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d)$$

$$V_u < \phi c \cdot \left(V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} \cdot b \cdot d \right) = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

7) Espaciamiento máximo, s_{max} en zona de confinamiento

$$\Phi_{long} := 1.4 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{4} = 9.75 \text{ cm}$$

$$S_{max} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \Phi_{long}, 15 \text{ cm} \right) = 8.4 \text{ cm}$$

$$6 \cdot \Phi_{long} = 8.4 \text{ cm}$$

Longitud de la zona de confinamiento

$$2 h = 90 \text{ cm}$$

8) Determinación de Φ de estribo y espaciamiento en zona de confinamiento

$$\Phi_{est} := 10 \text{ mm}$$

Se emplearán estribos $\Phi_{est} = 10 \text{ mm}$ en 2 ramas.

$$A_v := \frac{\pi \cdot (\Phi_{est})^2}{4} \cdot 2 = 1.571 \text{ cm}^2$$

$$s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$s = 11.538 \text{ cm}$$

Se escoge $s := 8 \text{ cm}$

Verificación de resistencia al corte

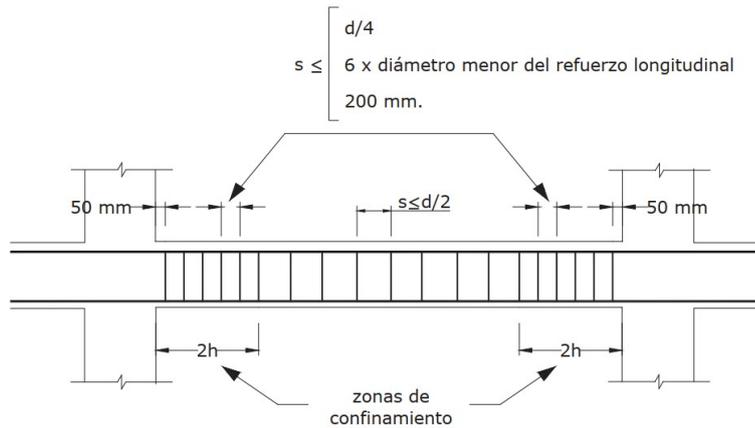
$$V_s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = 32.162 \text{ tonnef}$$

$$V_u \leq \phi c \cdot (V_c + V_s) = 1$$

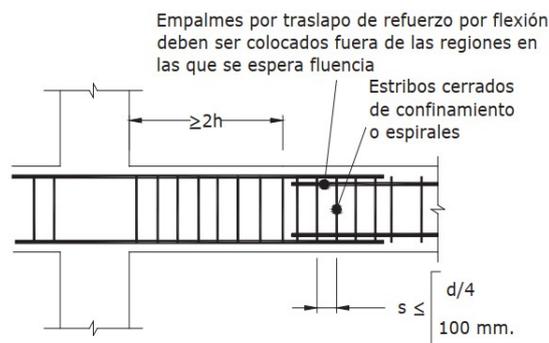
1: Cumple
0: No Cumple

9) Espaciamiento máximo, s_{max} en zona de no confinada

$$S_{max} := \frac{d}{2} = 19.5 \text{ cm} \quad \text{Se escoge 15cm}$$



10) Separación de los estribos en traslapes



$$S_{max} := \min\left(\frac{d}{4}, 10 \text{ cm}\right) = 9.75 \text{ cm} \quad \text{Se escoge 8cm}$$

Longitudes de Desarrollo

$$\phi_{pos} := 14 \text{ mm}$$

$$\Psi_t := 1$$

$$\Psi_e := 1$$

$$\lambda := 1$$

$$l_{d_pos} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \phi_{pos} = 57.51 \text{ cm}$$

$$\phi_{neg} := 16 \text{ mm}$$

$$l_{d_neg} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \phi_{neg} = 65.72 \text{ cm}$$

Longitud de Traslape

$$\text{Traslape} := \max(1.3 \cdot l_{d_neg}, 30 \text{ cm}) = 74.76 \text{ cm}$$

Escojer 80 cm

$$Traslape := \max(1.3 \cdot l_{d_neg}, 30 \text{ cm}) = 85.44 \text{ cm}$$

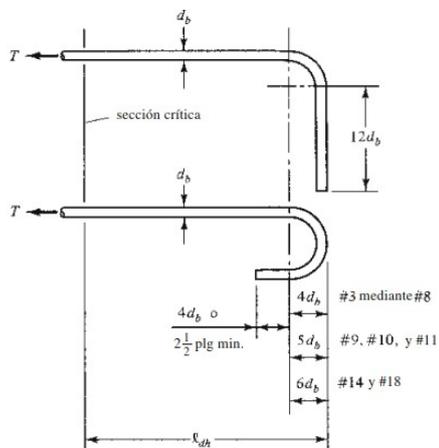
Escoger 90 cm

Longitud de Desarrollo para anclaje

$$l_{dh} := \frac{f_y \cdot \phi_{neg}}{17.2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} = 25.219 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \max(l_{dh}, 8 \cdot \phi_{neg}, 15 \text{ cm}) = 25.219 \text{ cm}$$

Escoger 25 cm



$$4 \cdot \phi_{neg} = 6.4 \text{ cm}$$

$$12 \cdot \phi_{neg} = 19.2 \text{ cm}$$

DISEÑO DE VIGAS EDIFICIOS CONVENCIONALES

Diseño de Vigas

Propiedades de los Materiales

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Características de la sección

$$b := 30 \text{ cm}$$

$$h := 45 \text{ cm}$$

Luz del elemento (centro-centro)

$$L := 4.55 \text{ m}$$

Apoyos del elemento (frontal-posterior)

$$cf := 40 \text{ cm}$$

$$cp := 40 \text{ cm}$$

$$c_{prom} := \frac{cf + cp}{2} = 40 \text{ cm}$$

Requerimientos geométrico de elementos sometidos a flexión

$$Pu := 0 \text{ tonnef}$$

Carga Axial Despreciable

$$Put := 0 \text{ tonnef}$$

1) Revisar si el elemento se comporta como viga o columna.

$$Pu_{max} := b \cdot h \cdot \frac{f'_c}{10} = 32.4 \text{ tonnef}$$

$$Pu_{max} > Pu = 1$$

1: Cumple

0: No Cumple

2) Revisar si la relación luz neta-peralte es apropiada.

$$ln := L - c_{prom} = 4.15 \text{ m}$$

$$yt_{est} := 6 \text{ cm}$$

$$d := h - yt_{est} = 39 \text{ cm}$$

$$\frac{ln}{d} = 10.641$$

$$\frac{ln}{d} > 4 = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

3) Revisar el ancho de base.

$$b_{min} := \max(0.3 \cdot h, 10 \text{ in}) = 25.4 \text{ cm}$$

$$b_{max} := cf + 1.5 \cdot cp = 100 \text{ cm}$$

$$b_{min} < b < b_{max} = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

Requerimientos de diseño en elementos sometidos a flexión

Revisar cuantías.

$$\rho_{min} := \max\left(\frac{0.8 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot \sqrt{\frac{f'_c \cdot cm^2}{kgf}}, \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y}\right) = 0.00333$$

$$\beta_1 := \begin{cases} \text{if } f'_c \leq 280 \cdot \frac{kgf}{cm^2} & = 0.85 \\ \parallel 0.85 \\ \text{else if } 280 \cdot \frac{kgf}{cm^2} < f'_c < 560 \cdot \frac{kgf}{cm^2} & \\ \parallel 0.85 - 0.1 \cdot \left(\frac{f'_c - 280 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{140 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}\right) \\ \text{else if } f'_c \geq 560 \cdot \frac{kgf}{cm^2} & \\ \parallel 0.65 \end{cases}$$

$$\rho_b := \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}}\right) = 0.024$$

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.018$$

$$\rho_{max} := \min(0.025, \rho_{max}) = 0.018$$

NOTA: Se debe emplear mínimo 2 varillas continuas.

Diseño a Flexión

$$\phi := 0.9$$

Cargas de Diseño (SAP2000)

1) Refuerzo longitudinal en Apoyos

$$M_{u_izq_neg} := 10.25 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m} \quad P_u = 0 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_izq_pos} := 2.25 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m} \quad P_u = 0 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_cen_neg} := 0.16 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_cen_pos} := 6.45 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_der_neg} := 10.18 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_der_pos} := 1.91 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Localizacion	Mu [ton-m]	As req [cm2]	Refuerzo	As disp [cm2]	Φ Mn [ton-m]	ρ
Apoyo izquierdo negativo	10.25	7.44	4 Φ 16	8.04	11.01	0.0069
Apoyo izquierdo positivo	2.25	1.55	3 Φ 14	4.62	6.53	0.0039
Negativo centro	0.16	0.11	2 Φ 16	4.02	5.72	0.0034
Positivo centro	6.45	4.56	3 Φ 14	4.62	6.53	0.0039
Apoyo derecho negativo	10.18	7.39	4 Φ 16	8.04	11.01	0.0069
Apoyo derecho positivo	1.91	1.31	3 Φ 14	4.62	6.53	0.0039

$$A_{s_disp_pos} := 4.62 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{s_disp_neg} := 11.13 \cdot \text{cm}^2$$

Columna 3

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_izq_neg}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 7.4399 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_izq_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 1.5473 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot J_c \cdot \rho \cdot a)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{Z \cdot M_{u_cen_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 4.558 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_der_neg}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 7.3853 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_der_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 1.3107 \text{ cm}^2$$

Revisión por capacidad a flexión

Columna 5
$$A_{s_disp} = \frac{\pi \cdot \phi_{var}^2}{4} \cdot \#varilla$$

Columna 6
$$\phi M_n = \phi \cdot A_{s_disp} \cdot f_y \cdot \left(d - 0.59 \frac{A_s \cdot f_y}{b \cdot f'_c} \right)$$

Diseño por Corte

$$\phi_c := 0.75$$

1) Momento Plástico Probable Positivo

$$A_{s_disp_pos} = 4.62 \text{ cm}^2$$

Se considera una sobre resistencia del material por seguridad para que no falle a cortante $\rightarrow F_y = 1.25 \cdot F_y$

$$a_pos := \frac{A_{s_disp_pos} \cdot (1.25 \cdot f_y)}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.963 \text{ cm}$$

$$Mpr_pos := A_{s_disp_pos} \cdot (1.25 \cdot f_y) \cdot \left(d - \frac{a_pos}{2} \right) = 8.979 \text{ tonnef} \cdot m$$

2) Momento Plástico Probable Negativo

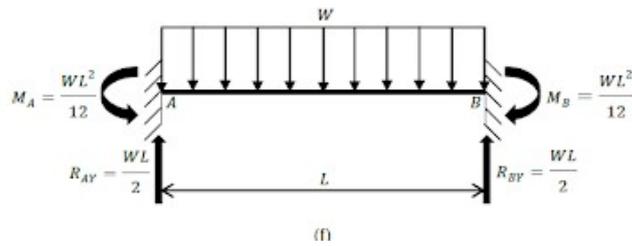
$$A_{s_disp_neg} = 11.13 \text{ cm}^2$$

$$a_neg := \frac{A_{s_disp_neg} \cdot (1.25 \cdot f_y)}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 9.548 \text{ cm}$$

$$Mpr_neg := A_{s_disp_neg} \cdot (1.25 \cdot f_y) \cdot \left(d - \frac{a_neg}{2} \right) = 19.999 \text{ tonnef} \cdot m$$

Fuerzas cortante de diseño

3) Carga gravitacional



Wu es determinada con la distribución de carga que hace el programa de análisis estructural

$$w_u := 1.2 \cdot (1.946 + 0.54) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} + 1.6 \cdot 3.24 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} = 8.167 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$V_g := w_u \cdot \frac{ln}{2} = 16.947 \text{ tonnef}$$

$$V_g = 16.947 \text{ tonnef}$$

4) Cortante debido a sismo

$$V_{eq} := \frac{Mpr_{neg} + Mpr_{pos}}{ln} = 6.983 \text{ tonnef}$$

5) Cortante Equivalente, cortante ultimo

$$V_e := V_g + V_{eq}$$

$$V_u := V_e = 23.93 \text{ tonnef}$$

Resistencia a Cortante del hormigón

$$V_c := \text{if } \frac{V_u}{2} \geq V_{eq} \wedge Pu < \frac{h \cdot b \cdot f'_c}{20} \left| \begin{array}{l} 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \\ \text{else} \\ 0 \end{array} \right. = 9.607 \text{ tonnef}$$

$$\frac{V_u}{2} > V_{eq} = 1$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c = 22.3 \text{ tonnef}$$

6) Limite máximo

$$V_u < \phi c \cdot (V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d)$$

$$V_u < \phi c \cdot \left(V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} \cdot b \cdot d \right) = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

7) Espaciamiento máximo, s_{max} en zona de confinamiento

$$\Phi_{long} := 1.4 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{4} = 9.75 \text{ cm}$$

$$S_{max} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \Phi_{long}, 15 \text{ cm} \right) = 8.4 \text{ cm}$$

$$6 \cdot \Phi_{long} = 8.4 \text{ cm}$$

Longitud de la zona de confinamiento

$$2 h = 90 \text{ cm}$$

8) Determinación de Φ de estribo y espaciamento en zona de confinamiento

$$\Phi_{est} := 10 \text{ mm}$$

Se emplearán estribos $\Phi_{est} = 10 \text{ mm}$ en 2 ramas.

$$A_v := \frac{\pi \cdot (\Phi_{est})^2}{4} \cdot 2 = 1.571 \text{ cm}^2$$

$$s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$s = 11.538 \text{ cm}$$

Se escoge $s := 8 \text{ cm}$

Verificación de resistencia al corte

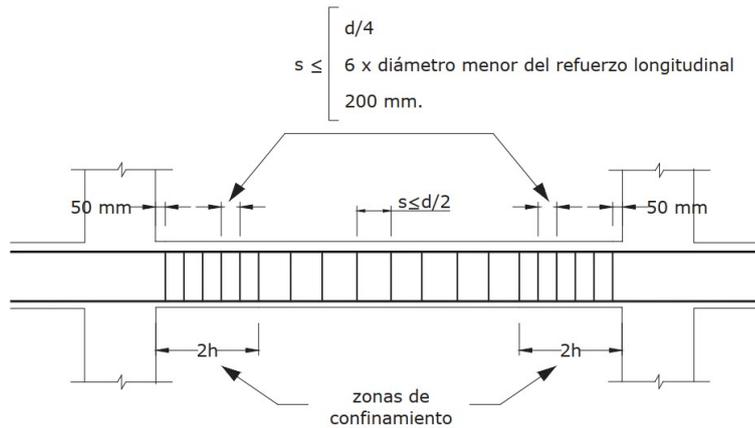
$$V_s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = 32.162 \text{ tonnef}$$

$$V_u \leq \phi c \cdot (V_c + V_s) = 1$$

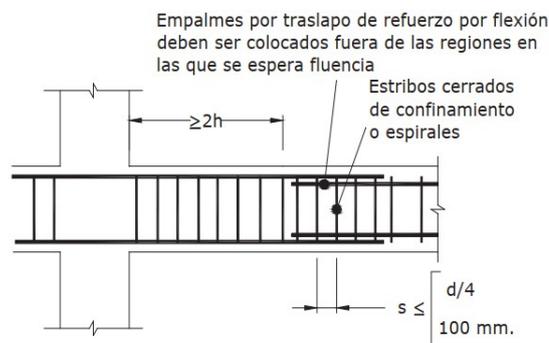
1: Cumple
0: No Cumple

9) Espaciamiento máximo, s_{max} en zona de no confinada

$$S_{max} := \frac{d}{2} = 19.5 \text{ cm} \quad \text{Se escoge 15cm}$$



10) Separación de los estribos en traslapes



$$S_{max} := \min\left(\frac{d}{4}, 10 \text{ cm}\right) = 9.75 \text{ cm} \quad \text{Se escoge 8cm}$$

Longitudes de Desarrollo

$$\phi_{pos} := 14 \text{ mm}$$

$$\Psi_t := 1$$

$$\Psi_e := 1$$

$$\lambda := 1$$

$$l_{d_pos} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \phi_{pos} = 57.51 \text{ cm}$$

$$\phi_{neg} := 16 \text{ mm}$$

$$l_{d_neg} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \phi_{neg} = 65.72 \text{ cm}$$

Longitud de Traslape

$$\text{Traslape} := \max(1.3 \cdot l_{d_neg}, 30 \text{ cm}) = 74.76 \text{ cm}$$

Escojer 80 cm

$$Traslape := \max(1.3 \cdot l_{d_neg}, 30 \text{ cm}) = 85.44 \text{ cm}$$

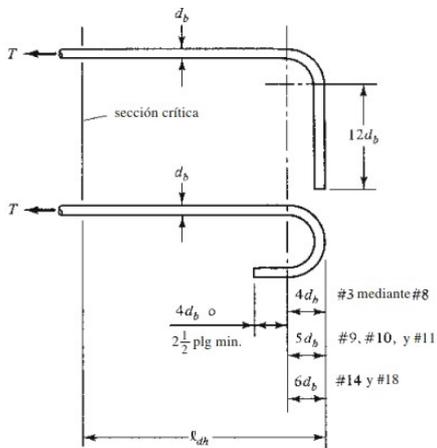
Escoger 90 cm

Longitud de Desarrollo para anclaje

$$l_{dh} := \frac{f_y \cdot \phi_{neg}}{17.2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} = 25.219 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \max(l_{dh}, 8 \cdot \phi_{neg}, 15 \text{ cm}) = 25.219 \text{ cm}$$

Escoger 25 cm



$$4 \cdot \phi_{neg} = 6.4 \text{ cm}$$

$$12 \cdot \phi_{neg} = 19.2 \text{ cm}$$

DISEÑO DE VIGAS EDIFICIOS CONVENCIONALES

Diseño de Vigas

Propiedades de los Materiales

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Características de la sección

$$b := 25 \text{ cm}$$

$$h := 30 \text{ cm}$$

Luz del elemento (centro-centro)

$$L := 4.55 \text{ m}$$

Apoyos del elemento (frontal-posterior)

$$cf := 35 \text{ cm}$$

$$cp := 35 \text{ cm}$$

$$c_{prom} := \frac{cf + cp}{2} = 35 \text{ cm}$$

Requerimientos geométrico de elementos sometidos a flexión

$$Pu := 0 \text{ tonnef}$$

Carga Axial Despreciable

$$Put := 0 \text{ tonnef}$$

1) Revisar si el elemento se comporta como viga o columna.

$$Pu_{max} := b \cdot h \cdot \frac{f'_c}{10} = 18 \text{ tonnef}$$

$$Pu_{max} > Pu = 1$$

1: Cumple

0: No Cumple

2) Revisar si la relación luz neta-peralte es apropiada.

$$ln := L - c_{prom} = 4.2 \text{ m}$$

$$yt_{est} := 6 \text{ cm}$$

$$d := h - yt_{est} = 24 \text{ cm}$$

$$\frac{ln}{d} = 17.5$$

$$\frac{ln}{d} > 4 = 1$$

1: Cumple
0: No Cumple

3) Revisar el ancho de base.

$$b_{min} := \max(0.3 \cdot h, 10 \text{ in}) = 25.4 \text{ cm}$$

$$b_{max} := cf + 1.5 \cdot cp = 87.5 \text{ cm}$$

$$b_{min} < b < b_{max} = 0 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

Requerimientos de diseño en elementos sometidos a flexión

Revisar cuantías.

$$\rho_{min} := \max\left(\frac{0.8 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} \cdot \sqrt{\frac{f'_c \cdot \text{cm}^2}{\text{kgf}}}, \frac{14 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y}\right) = 0.00333$$

$$\beta_1 := \text{if } f'_c \leq 280 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \left. \begin{array}{l} \parallel 0.85 \\ \text{else if } 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} < f'_c < 560 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \parallel 0.85 - 0.1 \cdot \left(\frac{f'_c - 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{140 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) \\ \text{else if } f'_c \geq 560 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \parallel 0.65 \end{array} \right\} = 0.85$$

$$\rho_b := \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}} \right) = 0.024$$

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.018$$

$$\rho_{max} := \min(0.025, \rho_{max}) = 0.018$$

NOTA: Se debe emplear mínimo 2 varillas continuas.

Diseño a Flexión

$$\phi := 0.9$$

Cargas de Diseño (SAP2000)

1) Refuerzo longitudinal en Apoyos

$$M_{u_izq_neg} := 1.095 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m} \quad P_u = 0 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_izq_pos} := 0.45 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m} \quad P_{ut} = 0 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_cen_neg} := 0.031 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_cen_pos} := 0.27 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_der_neg} := 1.09 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_der_pos} := 0.45 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

[1] Localizacion	[2] Mu [ton-m]	[3] As req [cm2]	[4] Refuerzo	[5] As disp [cm2]	[6] Φ Mn [ton-m]	[7] ρ
Apoyo izquierdo negativo	1.095	1.23	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038
Apoyo izquierdo positivo	0.45	0.50	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038
Negativo centro	0.031	0.03	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038
Positivo centro	0.27	0.30	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038
Apoyo derecho negativo	1.09	1.23	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038
Apoyo derecho positivo	0.45	0.50	2 Φ 12	2.26	1.97	0.0038

$$A_{s_disp_pos} := 2.26 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{s_disp_neg} := 2.26 \cdot \text{cm}^2$$

Columna 3

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_izq_neg}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 1.2331 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_izq_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 0.5003 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot J_c \cdot \rho \cdot a)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{Z \cdot M_{u_cen_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 0.2992 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_der_neg}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 1.2273 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_req} := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_der_pos}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 0.5003 \text{ cm}^2$$

Revisión por capacidad a flexión

Columna 5
$$A_{s_disp} = \frac{\pi \cdot \phi_{var}^2}{4} \cdot \#varilla$$

Columna 6
$$\phi M_n = \phi \cdot A_{s_disp} \cdot f_y \cdot \left(d - 0.59 \frac{A_s \cdot f_y}{b \cdot f'_c} \right)$$

Diseño por Corte

$$\phi_c := 0.75$$

1) Momento Plástico Probable Positivo

$$A_{s_disp_pos} = 2.26 \text{ cm}^2$$

Se considera una sobre resistencia del material por seguridad para que no falle a cortante $\rightarrow F_y = 1.25 \cdot F_y$

$$a_pos := \frac{A_{s_disp_pos} \cdot (1.25 \cdot f_y)}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.326 \text{ cm}$$

$$Mpr_pos := A_{s_disp_pos} \cdot (1.25 \cdot f_y) \cdot \left(d - \frac{a_pos}{2} \right) = 2.71 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

2) Momento Plástico Probable Negativo

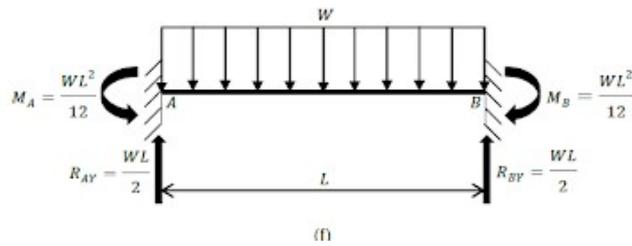
$$A_{s_disp_neg} = 2.26 \text{ cm}^2$$

$$a_neg := \frac{A_{s_disp_neg} \cdot (1.25 \cdot f_y)}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.326 \text{ cm}$$

$$Mpr_neg := A_{s_disp_neg} \cdot (1.25 \cdot f_y) \cdot \left(d - \frac{a_neg}{2} \right) = 2.71 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Fuerzas cortante de diseño

3) Carga gravitacional



Wu es determinada con la distribución de carga que hace el programa de análisis estructural

$$w_u := 1.2 \cdot (0.028 + 0.3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} + 1.6 \cdot 0.079 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} = 0.52 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$V_g := w_u \cdot \frac{ln}{2} = 1.092 \text{ tonnef}$$

$$V_g = 1.092 \text{ tonnef}$$

4) Cortante debido a sismo

$$V_{eq} := \frac{Mpr_neg + Mpr_pos}{ln} = 1.29 \text{ tonnef}$$

5) Cortante Equivalente, cortante ultimo

$$V_e := V_g + V_{eq}$$

$$V_u := V_e = 2.382 \text{ tonnef}$$

Resistencia a Cortante del hormigón

$$V_c := \begin{cases} \text{if } \frac{V_u}{2} \geq V_{eq} \wedge Pu < \frac{h \cdot b \cdot f'_c}{20} & = 0 \text{ tonnef} \\ \left\| \begin{array}{l} 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b \cdot d \\ \text{else} \\ 0 \cdot \text{tonnef} \end{array} \right. & \frac{V_u}{2} > V_{eq} = 0 \end{cases}$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi c} - V_c = 3.176 \text{ tonnef}$$

6) Limite máximo

$$V_u < \phi c \cdot (V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d)$$

$$V_u < \phi c \cdot \left(V_c + 2.2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d \right) = 1 \quad \begin{array}{l} 1: \text{Cumple} \\ 0: \text{No Cumple} \end{array}$$

7) Espaciamiento máximo, s_{max} en zona de confinamiento

$$\Phi_{long} := 1.2 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{4} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{max} := \min \left(\frac{d}{4}, 6 \cdot \Phi_{long}, 15 \text{ cm} \right) = 6 \text{ cm}$$

$$6 \cdot \Phi_{long} = 7.2 \text{ cm}$$

Longitud de la zona de confinamiento

$$2 h = 60 \text{ cm}$$

8) Determinación de Φ de estribo y espaciamento en zona de confinamiento

$$\Phi_{est} := 10 \text{ mm}$$

Se emplearán estribos $\Phi_{est} = 10 \text{ mm}$ en 2 ramas.

$$A_v := \frac{\pi \cdot (\Phi_{est})^2}{4} \cdot 2 = 1.571 \text{ cm}^2$$

$$s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$s = 49.848 \text{ cm}$$

Se escoge $s := 8 \text{ cm}$

Verificación de resistencia al corte

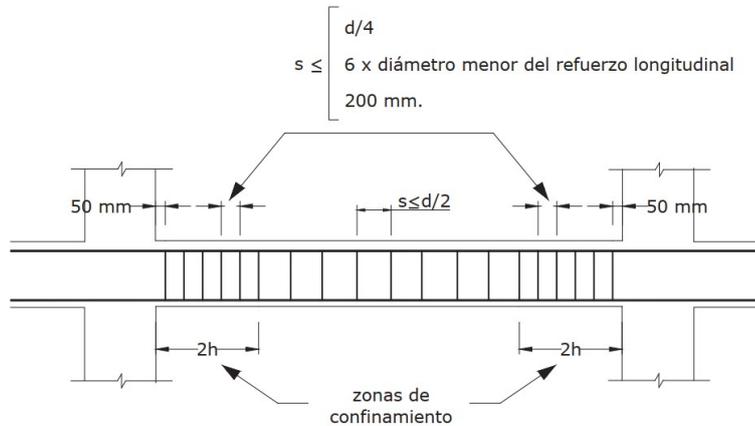
$$V_s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = 19.792 \text{ tonnef}$$

$$V_u \leq \phi c \cdot (V_c + V_s) = 1$$

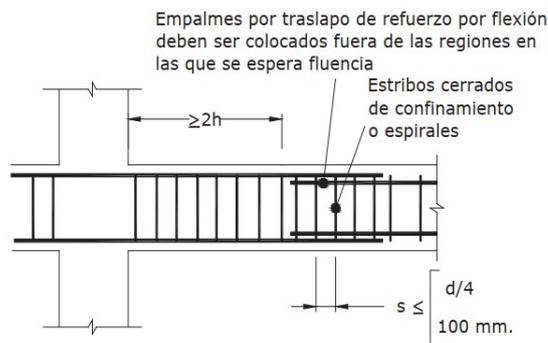
1: Cumple
0: No Cumple

9) Espaciamiento máximo, s_{max} en zona no confinada

$$S_{max} := \frac{d}{2} = 12 \text{ cm} \quad \text{Se escoge } 10\text{cm}$$



10) Separación de los estribos en traslapes



$$S_{max} := \min\left(\frac{d}{4}, 10 \text{ cm}\right) = 6 \text{ cm} \quad \text{Se escoge } 5\text{cm}$$

Longitudes de Desarrollo

$$\phi_{pos} := 12 \text{ mm}$$

$$\Psi_t := 1$$

$$\Psi_e := 1$$

$$\lambda := 1$$

$$l_{d_pos} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \phi_{pos} = 49.29 \text{ cm}$$

$$\phi_{neg} := 12 \text{ mm}$$

$$l_{d_neg} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \phi_{neg} = 49.29 \text{ cm}$$

Longitud de Traslape

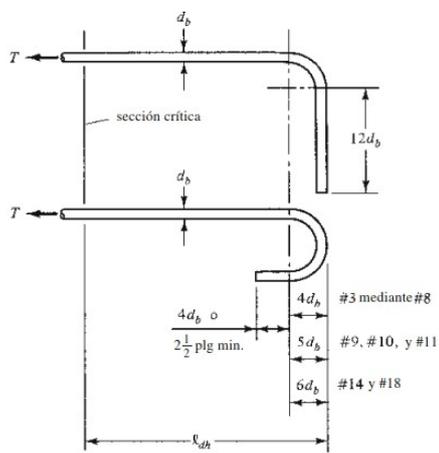
$$\text{Traslape} := \max(1.3 \cdot l_{d_pos}, 30 \text{ cm}) = 64.08 \text{ cm}$$

$$\text{Traslape} := \max(1.3 \cdot l_{d_neg}, 30 \text{ cm}) = 64.08 \text{ cm} \quad \text{Escoger 70 cm}$$

Longitud de Desarrollo para anclaje

$$l_{dh} := \frac{f_y \cdot \phi_{neg}}{17.2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} = 18.915 \text{ cm}$$

$$l_{dh} := \max(l_{dh}, 8 \cdot \phi_{neg}, 15 \text{ cm}) = 18.915 \text{ cm} \quad \text{Escoger 20 cm}$$



$$4 \cdot \phi_{neg} = 4.8 \text{ cm}$$

$$12 \cdot \phi_{neg} = 14.4 \text{ cm}$$

Anexo B5

Losas

DISEÑO DE LOSAS EDIFICIOS CONVENCIONALES

Diseño de Losas Nervadas

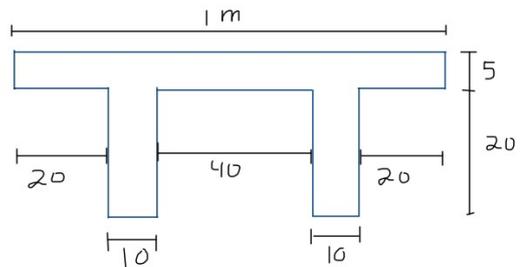
Propiedades de los Materiales

$$f'_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$E_s := 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$



Características de la sección

$$h_n := 20 \text{ cm}$$

$$h_{lc} := 5 \text{ cm}$$

$$h := h_n + h_{lc} = 25 \text{ cm}$$

$$b_n := 10 \text{ cm}$$

$$d_{est} := h_n + h_{lc} - 4 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

$$L_x := 4.55 \text{ m}$$

$$L_y := 4.5 \text{ m}$$

$$rec := 2 \text{ cm}$$

Cargas de Diseño

$$w_{DS} := 0.261 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} = 0.261 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

0.261 es paredes, instalaciones, cielo raso, cerámica y 0.216 peso de losa

$$w_L := 0.734 \cdot \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma_h := 2.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$$

Losas de compresión

$$b := 1 \text{ m} \quad \text{Ancho tributario}$$

$$w_{los} := h_{lc} \cdot \gamma_h = 0.12 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$w_u := (1.2 (w_{DS} + w_{los}) + 1.6 \cdot w_L) = 1.632 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$q_{u,losa} := w_u \cdot b = 1.632 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Nervio

$$b := 0.55 \text{ m} \quad \text{Ancho tributario}$$

$$q_{ner} := b_n \cdot h_n \cdot \gamma_h = 0.048 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{DS} := w_{DS} \cdot b = 0.144 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_L := w_L \cdot b = 0.404 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$q_{u_ner} := (1.2 (q_{DS} + q_{ner}) + 1.6 \cdot q_L) = 0.876 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Momentos y cortantes máximos de Diseño

$$l := 0.55 \text{ m} \quad \text{Longitud eje-eje de nervios}$$

$$M_{u_pos_losa} := \frac{q_{u_losa} \cdot l^2}{14} = 0.035 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_neg_losa} := \frac{q_{u_losa} \cdot l^2}{10} = 0.049 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{u_losa} := 1.15 \cdot \frac{q_{u_losa} \cdot l}{2} = 0.516 \text{ tonnef}$$

$$M_{u_pos_ner} := \frac{q_{u_ner} \cdot L_y^2}{14} = 1.267 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{u_neg_ner} := \frac{q_{u_ner} \cdot L_y^2}{10} = 1.773 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{u_ner} := 1.15 \cdot \frac{q_{u_ner} \cdot L_y}{2} = 2.266 \text{ tonnef}$$

Cuantía y acero mínimo

$$\rho_{min} := \text{if } \frac{14 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} < \frac{\left(0.8 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}\right)}{f_y} \text{ then } 0.0033$$

$$\text{else } \frac{\left(0.8 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}\right)}{f_y}$$

$$\left\| \frac{14 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} \right\|$$

Cuantía y acero máximo

$$\beta_1 := \text{if } f'_c \leq 280 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad = 0.85$$

$$\left\| 0.85 \right\|$$

$$\text{else if } 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} < f'_c < 560 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\left\| 0.85 - 0.1 \cdot \left(\frac{f'_c - 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{140 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) \right\|$$

$$\text{else if } f'_c \geq 560 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\left\| 0.65 \right\|$$

$$\rho_b := \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}} \right) = 0.024$$

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.018$$

Solicitaciones de acero

Nervios

Acero-Momento máx. pos-Parte Inferior

$$\phi_V := 10 \text{ mm} \quad A_V := 0.78 \text{ cm}^2$$

$$d := h - \text{rec} - \frac{\phi_V}{2} = 22.5 \text{ cm}$$

$$b := 15 \text{ cm}$$

$$\phi M_n = \phi \cdot \rho \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y \cdot \left(1 - 0.59 \frac{\rho \cdot f_y}{f'_c} \right)$$

$$\rho := \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_pos_ner}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 0.0046342$$

$$\left(0.85 \cdot f'_c \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_pos_ner}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) \right)$$

$$A_s := \frac{(0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot a)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{Z \cdot M_{u_pos_ner}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 1.564 \text{ cm}^2$$

Se puede usar 1 varilla de ϕ 10 y 10 $\rightarrow A_s = 0.78 \text{ cm}^2 + 0.78 \text{ cm}^2 = 1.56 \text{ cm}^2$

Verificación ductilidad

$$A_s := 1.91 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.622 \text{ cm} \quad c := \frac{a}{0.85} = 3.084 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_t := \frac{d - c}{c} \cdot 0.003 = 0.0189$$

Ductilidad := if $\varepsilon_t > 0.005$
 || "Elemento Ductil"
 else
 || "Elemento de transición"

Ductilidad = "Elemento Ductil"

Acero-Momento máx. neg-Parte superior

$$\phi_V := 12 \text{ mm} \quad A_V := 1.13 \text{ cm}^2$$

$$d := h - rec - \frac{\phi_V}{2} = 22.4 \text{ cm}$$

$$\phi M_n = \phi \cdot \rho \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y \cdot \left(1 - 0.59 \frac{\rho \cdot f_y}{f'_c} \right)$$

$$\rho := \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_neg_ner}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 0.006695$$

$$A_s := \frac{(0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d)}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_neg_ner}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 2.2495 \text{ cm}^2$$

Se puede usar 1 varilla de ϕ 12 y 12 $\rightarrow A_s = 1.13 \text{ cm}^2 + 1.13 \text{ cm}^2 = 2.26 \text{ cm}^2$

Verificación ductilidad

$$A_s := 2.66 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.651 \text{ cm}$$

$$c := \frac{a}{0.85} = 4.295 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_t := \frac{d-c}{c} \cdot 0.003 = 0.0126$$

Ductilidad := if $\varepsilon_t > 0.005$

|| "Elemento Ductil "

else

|| "Elemento de transicion"

Ductilidad = "Elemento Ductil "

Loseta de compresión

$$\phi_V := 6 \text{ mm}$$

$$b := 1 \text{ m}$$

$$d := h_{lc} - rec - \frac{\phi_V}{2} = 2.7 \text{ cm}$$

$$A_s := 2 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_V^2}{4} = 0.565 \text{ cm}^2$$

$$\phi M_n = \phi \cdot \rho \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y \cdot \left(1 - 0.59 \frac{\rho \cdot f_y}{f'_c} \right)$$

$$\rho := \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{u_pos_losa}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 0.0012967$$

Según ACI 318-14 Tabla 7.6.1.1 la cuantía de retracción mínimo es de $\rho = 0.0018$. Por lo tanto se diseña con dicha cuantía

$$\rho := 0.0018$$

$$A_s := \rho \cdot b \cdot d = 0.486 \text{ cm}^2$$

Se necesita 1 malla electrosoldada de con varillas $\phi 6\text{mm}$ separadas 1m

Se escoge 1 malla electrosoldada de con varillas $\phi 6\text{mm}$ separadas 20cm

Diseño a cortante

$$\phi_c := 0.75$$

$$b := 1 \text{ m}$$

$$d := h_{lc} - rec - \frac{\phi_V}{2} = 2.7 \text{ cm}$$

Loseta de compresión

$$V_c := 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)} \cdot b \cdot d = (2.217 \cdot 10^3) \text{ kgf} \quad V_{u_losa} = 515.994 \text{ kgf}$$

```

critero1_cortante := if  $V_{u\_losa} < \phi_c \cdot V_c$ 
    || "No se requiere estribos (No realizar analisis de cortante)"
else
    || "Se requiere armadura para cortante"

```

critero1_cortante = "No se requiere estribos (No realizar analisis de cortante)"

Nervios

$$b := b_n = 10 \text{ cm} \quad d := h - rec - \frac{\phi_V}{2} = 22.7 \text{ cm}$$

$$V_c := 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)} \cdot b \cdot d = 1.864 \text{ tonnef} \quad V_{u_ner} = 2.266 \text{ tonnef}$$

$$\phi_c \cdot V_c = 1.398 \text{ tonnef}$$

```

critero1_cortante := if  $V_{u\_ner} < \phi_c \cdot V_c$ 
    || "No se requiere estribos (No realizar analisis de cortante)"
else
    || "Se requiere armadura para cortante"

```

critero1_cortante = "Se requiere armadura para cortante"

```

critero2_cortante := if  $V_{u\_ner} < \phi_c \cdot V_c$ 
    || "NO requiere Area de estribo minimo"
else
    || "Requiere Area estribo minimo "

```

critero2_cortante = "Requiere Area estribo minimo "

Longitudes de Desarrollo

$$\phi_{pos} := 10 \text{ mm}$$

$$\Psi_t := 1$$

$$\Psi_e := 1$$

$$\lambda := 1$$

$$l_{d_pos} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \cdot \phi_{pos} = 41.08 \text{ cm} \quad \text{Escoger 60cm}$$

$$\phi_{neg} := 12 \text{ mm}$$

$$l_{d_neg} := \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{6.6 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} \cdot \phi_{neg} = 49.29 \text{ cm} \quad \text{Escoger 60cm}$$

Anexo B6

Escalera

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ESCALERA

Joel Viteri y Ana Cajape
NEC 2015

Requisitos generales

Como recomendación de la NTE-INEN-2249 el diseño de la escalera debe contemplar el espacio de circulación, conformado por:

- Ancho de paso
- Altura de paso

El ancho mínimo libre de paso es de 1.20m.

En caso de escaleras compensadas, el número máximo de escalones por tramo debe ser de 18.

El descanso debe tener un ancho mínimo coincidente con el ancho de la escalera

El tipo de escalera es de tipo privado para el presente diseño, la cual es toda escalera de acceso particular

La forma de la escalera es tipo L

Las cargas consideradas para el diseño de una escalera son únicamente las gravitacionales, sin consideración de las cargas sísmicas.

t=espesor de viga/losa

DATOS

$ancho := 1.35 \text{ m}$

$Huella := 0.30 \text{ m}$

$ContraHuella := 0.18 \text{ m}$

$Altura := 1.98 \text{ m}$

$n := 9$

Primer tramo

$Ln := 2.70 \text{ m}$

$Ld := 1.35 \text{ m}$

$Bc := 0.4 \text{ m}$

$Ba := 0.28 \text{ m}$

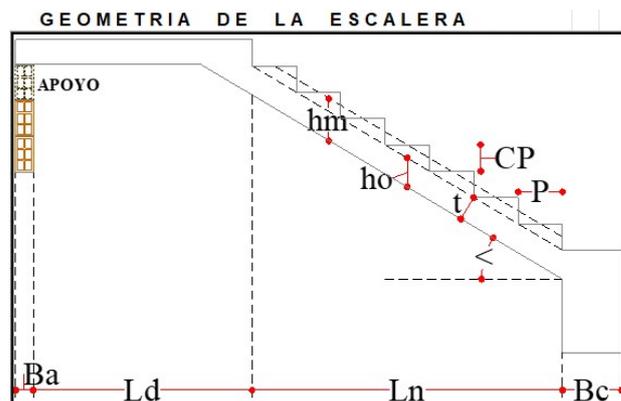
$L := Ln + Ld + Bc$

$$t := \frac{L}{25} = 0.178 \text{ m}$$

Ángulo de inclinación

$$angulo := \text{atan}\left(\frac{Altura}{Ln}\right) = 0.633$$

$$angulo := 36.25$$



$$h_o := \frac{t}{\cos(36.25^\circ)} = 0.221 \text{ m}$$

$$h_m := h_o + \frac{\text{Contrahuella}}{2} = 0.311 \text{ m}$$

$$h_o = 0.221 \text{ m}$$

$$h_m = 0.311 \text{ m}$$

$$\text{recubrimiento} := 0.02 \text{ m}$$

Datos de material

$$f'_c := 240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de cargas

Carga Muerta

Descanso

$$Cm1_ := t \cdot 2.4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 0.427 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$Cm1_adic := 0.10 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$Cm1 := Cm1_ + Cm1_adic = 0.527 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Tramo

$$Cm2_ := h_m \cdot 2.4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 0.746 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$Cm2_adic := 0.10 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$Cm2 := Cm2_ + Cm2_adic = 0.846 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$CM := Cm1 + Cm2 = 1.373 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Inicio

$$Cm3_ := t \cdot 2.4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 0.427 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$Cm3_adic := 0.05 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$Cm3 := Cm3_ + Cm3_adic = 0.477 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Carga Viva

$$CV := 0.200 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

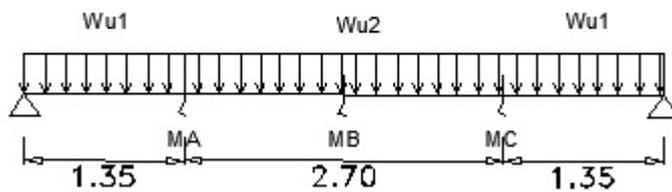
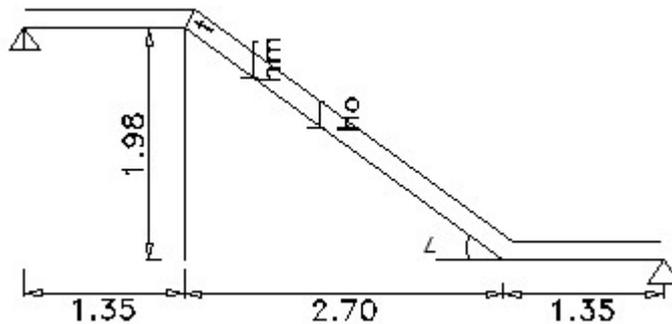
Carga distribuida

Descanso

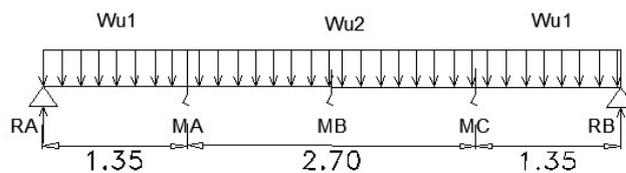
$$Wu1 := (1.2 \cdot Cm1 + 1.6 \cdot CV) \cdot ancho = 1.286 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Tramo

$$Wu2 := (1.2 \cdot Cm2 + 1.6 \cdot CV) \cdot ancho = 1.802 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$



Momentos críticos de la viga



$$RA := \frac{Wu1 \cdot (Ld + Ld) + Wu2 \cdot Ln}{2}$$

$$RA = 4.169 \text{ ton}$$

$$RB := RA$$

$$RB = 4.169 \text{ ton}$$

El momento interno de la viga tiene que ser igual al momento producido por todas las cargas externas, incluyendo los apoyos y la carga Wu1

Corte A para obtener MA Y MC

$$MA := RA \cdot Ld - \left(Wu1 \cdot Ld \cdot \frac{Ld}{2} \right) = 4.456 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$MC := MA = 4.456 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Corte B para obtener MB

$$MB := RA \cdot \left(Ld + \frac{Ln}{2} \right) - \left(Wu1 \cdot Ld \cdot \left(\frac{Ld}{2} + \frac{Ln}{2} \right) \right) - \left(Wu2 \cdot Ln \cdot \frac{Ln}{2} \right) = 1.172 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$MB = 1.172 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

CORTANTE

El máximo momento será donde Vx=0

$$Vx = RA - Wu2 \cdot Xo$$

$$Xo := \frac{RA}{Wu2} = 2.313 \text{ m}$$

RESUMEN DE CARGAS

$$Cm1 = 478.268 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad Wu1 = (1.167 \cdot 10^3) \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad Ld = 1.35 \text{ m}$$

$$Cm2 = 767.236 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad Wu2 = (1.635 \cdot 10^3) \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad Ln = 2.7 \text{ m}$$

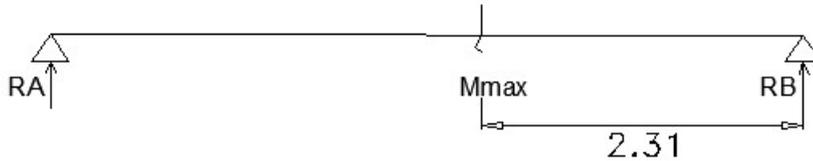
$$CV = 181.437 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$MA = (4.043 \cdot 10^3) \text{ ka} \cdot \text{m}$$

$$MB = \left(1.063 \cdot 10^3\right) \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MC = \left(4.043 \cdot 10^3\right) \text{ kg} \cdot \text{m}$$

El máximo momento se dará a una distancia: $X_o = 2.313 \text{ m}$



Realizando el diseño para ambos momentos de diseño

$$\Phi := 0.012 \text{ m} \quad d := t - \text{recubrimiento} - \frac{\Phi}{2}$$

Asumiendo que $\text{recu} = 2\text{cm}$ y se utilizará $\Phi (+) = 12\text{mm}$ $d = 0.152 \text{ m}$

Asumiendo que $\text{recu} = 2\text{cm}$ y se utilizará $\Phi (-) = 12\text{mm}$ $d = 0.152 \text{ m}$

$$A \quad \rho_1 := \frac{0.85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot MA}{0.85 \cdot 0.9 \cdot \text{ancho} \cdot d^2 \cdot f'c}}\right) = 0.004$$

$$B \quad \rho_2 := \frac{0.85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot MB}{0.85 \cdot 0.9 \cdot \text{ancho} \cdot d^2 \cdot f'c}}\right) = 9.103 \cdot 10^{-4}$$

Áreas

$$A1 := \rho_1 \cdot Ld \cdot d = 7.304 \text{ cm}^2 \quad a_{12\text{mm}} := 1.13 \text{ cm}^2$$

$$A2 := \rho_2 \cdot Ln \cdot d = 3.736 \text{ cm}^2 \quad a_{10\text{mm}} := 0.789 \text{ cm}^2$$

$$\text{Num1} := \frac{A1}{a_{12\text{mm}}} = 6.463 \quad 7 \text{ varillas de } 12\text{mm} \text{ para tramo @ } 22\text{cm}$$

$$\text{Num2} := \frac{A2}{a_{12\text{mm}}} = 3.306 \quad 4 \text{ varillas de } 12\text{mm} \text{ para descanso @ } 30\text{cm}$$

Separación

$$S1 := \frac{\text{ancho}}{7-1} = 0.225 \text{ m} \quad S1 := 0.20 \text{ m}$$

$$S2 := \frac{\text{ancho}}{5-1} = 0.338 \text{ m} \quad S2 := 0.30 \text{ m}$$

No se tiene acero en la parte superior pero la normativa indica que se debe utilizar la mitad del área a utilizar en el momento inferior

Acero para retracción

$$\rho := 0.018$$

$$A3 := \rho \cdot t \cdot d = 4.87 \text{ cm}^2$$

$$Num3 := \frac{A3}{a10mm} = 6.172$$

$$S3 := \frac{Ln}{6-1} = 0.54 \text{ m}$$

RESUMEN

Momento positivo		NUM		
$MA = 4.456 \text{ ton} \cdot \text{m}$	$\Phi = 0.012 \text{ m}$	7	$a12mm = 1.13 \text{ cm}^2$	$S1 = 0.2 \text{ m}$
$MB = 1.172 \text{ ton} \cdot \text{m}$	$\Phi = 0.012 \text{ m}$	5	$a12mm = 1.13 \text{ cm}^2$	$S2 = 0.3 \text{ m}$
$MC = 4.456 \text{ ton} \cdot \text{m}$	$\Phi = 0.012 \text{ m}$	7	$a12mm = 1.13 \text{ cm}^2$	$S1 = 0.2 \text{ m}$
Acero para retracción	$\Phi2 := 0.010 \text{ m}$		$a10mm = 0.789 \text{ cm}^2$	$S3 = 0.54 \text{ m}$

Acero para los momentos negativos serán utilizado el área de acero en momentos positivos dividido para 2

Momento negativo		NUM		
$\frac{MA}{2} = 2.228 \text{ ton} \cdot \text{m}$	$\Phi = 0.012 \text{ m}$	7	$a12mm = 1.13 \text{ cm}^2$	$S1 = 0.2 \text{ m}$
$\frac{MB}{2} = 0.586 \text{ ton} \cdot \text{m}$	$\Phi = 0.012 \text{ m}$	5	$a12mm = 1.13 \text{ cm}^2$	$S2 = 0.3 \text{ m}$
$\frac{MC}{2} = 2.228 \text{ ton} \cdot \text{m}$	$\Phi = 0.012 \text{ m}$	7	$a12mm = 1.13 \text{ cm}^2$	$S1 = 0.2 \text{ m}$
Acero para retracción	$\Phi2 := 0.010 \text{ m}$		$a10mm = 0.789 \text{ cm}^2$	$S3 = 0.54 \text{ m}$

CORTE

$$Vud := Wu2 \cdot \frac{Ln}{2} - Wu2 \cdot d = 2.159 \text{ ton}$$

$$Vn := \frac{Vud \cdot \cos(36.25^\circ)}{0.75} = 2.321 \text{ ton}$$

$$Vc := 0.53 \cdot \sqrt{240} \cdot 135 \cdot 15.2 = 18.572 \frac{1}{kg} \cdot \text{ton}$$

$$Vn \leq Vc$$

Cumple cortante

Para el siguiente tramo que cuenta con la misma cantidad de escalones utilizaremos el mismo detallamiento de acero

Anexo B7

Hidrosanitario

PROYECTO: Tesis

Instalaciones Sanitaria Sistema de Abastecimiento Directo "Redes de Agua Potable"

Descripción: Diseño y calculo "Dimensionamiento de tuberias agua potable"
 Elaborado por: Joel Viteri Ramirez y Ana Cajape
 Cliente: N/N
 Lugar: N/N

MEDIDOR =
 CAUDAL DE DISEÑO l/s = 0.31
 PRESION MIN DE SERVICIO m.c.a = 10

F 2

Diseño y Dimensionamiento del Ramal mas Desfavorable - Presion minima

Tramo (de la ruta critica)	Q [l/s]	N° Salidas "n"	Coef. Simul. Ks	Qd [l/s]	φ [in]	φint [mm]	A tub [mm2]	V [m/s]	Lh [m]	Accesorios - Le [m]				Lt [m]	hf [m]	hv [m]	hz [m]	ht [m]	Presion [m]				
										Lv [m]	Codo 90°	Tee	Valvula compuerta abierta										
PVC Acomet A	0.6	6	0.518499	0.311099	3/4	18.85	279.0696	1.11	14.25	0	si	7	1.97	si	0.29	si	0.10	16.61	1.55	0.06	0.00	1.62	11.62
PVC A B	0.4	4	0.639721	0.255889	1/2	13.88	151.3104	1.69	1.75	0	si	2	0.43	si	0.22	no	0.00	2.40	0.68	0.15	0.00	0.83	10.83
PVC B C	0.2	2	1.038289	0.207658	1/2	13.88	151.3104	1.37	3.75	0	si	1	0.21	si	0.22	no	0.00	4.18	0.82	0.10	0.00	0.92	10.92
PVC C Inodoro	0.1	1	1	0.1	1/2	13.88	151.3104	0.66	1	0.7	si	1	0.21	si	0.22	no	0.00	2.13	0.12	0.02	0.70	0.84	10.84
PVC																							
PVC																							
PVC																							
TOTAL															3.18	0.33	0.70	4.20					

Conteo de puntos de consumo y caudal de diseño

Aparato sanitario	Q instantaneo min [l/s]	n	Total Qins min [l/s]
Bañera / tina	0.3	0	0
Bidet	0.1	0	0
Calentadores / calderas	0.3	0	0
Ducha	0.2	0	0
Fregadero cocina	0.2	0	0
Fuentes para beber	0.1	0	0
Grifo para manguera	0.2	0	0
Inodoro con depósito	0.1	3	0.3
Inodoro con fluxor	1.25	0	0
Lavabo	0.1	3	0.3
Máquina de lavar ropa	0.2	0	0
Máquina lava vajilla	0.2	0	0
Urinario con fluxor	0.5	0	0
Urinario con llave	0.15	0	0
ma, turco, ó hidromasaje doméstico	1	0	0
Total de salidas "n"		6	
Qinst total [l/s]			0.6
ks			0.518
QMP [l/s]			0.31

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log [\log (n)])$$

$$Q_{MP} = k_s \times \sum q_i$$

Anexo B8

Cubierta

DISEÑO DE CUBIERTA

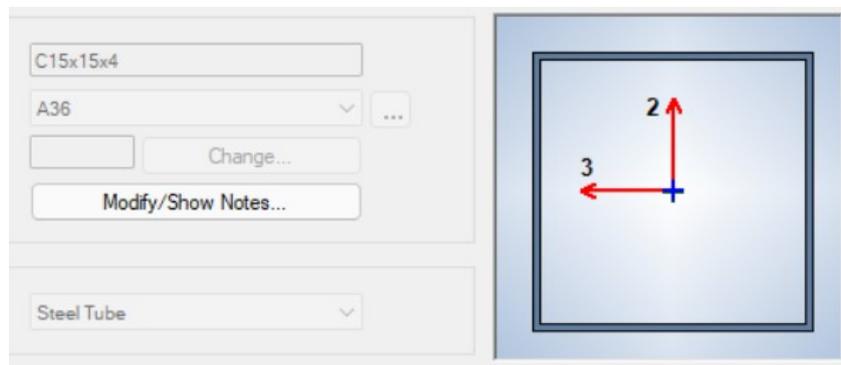
El esfuerzo de fluencia, f_y de los perfiles en frío generalmente es de 36ksi =2531kg/cm². Nuestro acero considerado será el A36 con la siguiente fluencia:

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Verificación de resistencia a compresión de columnetas metálicas sometida a la carga axial critica

$$P_u := 3 \text{ tonnef}$$

Carga axial máxima actuante en el perfil



$$A_g := 15 \text{ cm} \cdot 15 \text{ cm} - 14.2 \text{ cm} \cdot 14.2 \text{ cm} = 23.36 \text{ cm}^2$$

$$I := 8305258 \text{ mm}^4$$

$$K := 1$$

$$l := 0.4 \text{ m}$$

$$r := \sqrt{\frac{I}{A_g}}$$

$$E := 2040000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$P_{inflexion} := 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 133.718$$

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot l}{r}\right)^2} = 447394.066 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{cr} := \text{if } \frac{K \cdot l}{r} < P_{inflexion} \left| = 25250.141 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \right. \\ \left. \left\| \left(0.658 \frac{f_y}{F_e}\right) \cdot f_y \right. \right.$$

$$\begin{cases} \text{else} \\ \parallel 0.877 \cdot F_e \end{cases}$$

$$\phi := 0.9$$

puede compararse con lo de la tabla 4.22

$$\phi \cdot F_{cr} = 22725.13 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\phi \cdot F_{cr} \cdot A_g = 53.086 \text{ tonnef}$$

$$\text{if } \phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u \mid = \text{"Cumple"}$$

$$\parallel \text{"Cumple"}$$

else

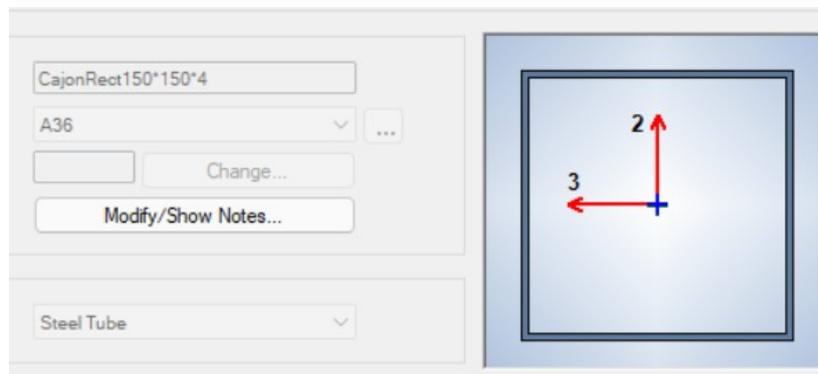
$$\parallel \text{"No resiste"}$$

Verificación de resistencia a flexion viga cajon sometida flexion critica

$$M_{ux} := 0.72 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento máximo actuante en el perfil

$$M_{uy} := 0.05 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



$$A_g := 15 \text{ cm} \cdot 15 \text{ cm} - 14.2 \text{ cm} \cdot 14.2 \text{ cm} = 23.36 \text{ cm}^2$$

$$d := 15 \text{ cm}$$

$$I_y := 8305258 \text{ mm}^4$$

$$r := \sqrt{\frac{I}{A_g}}$$

$$t_f := 4 \text{ mm}$$

$$L_b := 4.45 \text{ m} \quad \text{Longitud no soportada lateralmente}$$

$$Z := 127928 \text{ mm}^3$$

$$S := 110737 \cdot \text{mm}^3$$

Límite plástico

$$L_p := 1.76 \cdot r \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_y}} = 2.979 \text{ m}$$

$$p \quad \sqrt{fy}$$

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (\text{Spec. Eq. F2-5})$$

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h_o} + \left(\frac{Jc}{S_x h_o}\right)^2 + 6.76 \left(\frac{0.7 F_y}{E}\right)^2} \quad (\text{Spec. Eq. F2-6})$$

$$M_r = 0.7 F_y S_x \quad (3-1)$$

$$h_o := d - 2(0.5 \cdot tf) = 0.146 \text{ m}$$

$$r_{ts} := \sqrt{\frac{I_y \cdot h_o}{2 S}} = 0.074 \text{ m}$$

$$L_r := \pi \cdot r_{ts} \cdot \sqrt{\frac{E}{0.7 fy}} = 7.888 \text{ m}$$

Este valor es mas conservador

if $L_b \leq L_p$	= "Zona 2"
"Zona 1"	
else if $L_p < L_b < L_r$	
"Zona 2"	
else	
"Zona 3"	

Momento Plástico

$$M_p := fy \cdot Z = 3.238 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento nominal

$$\phi := 0.9$$

$$Cb := 1.14$$

$$M_n := Cb \cdot \left(M_p - (M_p - 0.75 \cdot fy \cdot S) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) = 3.303 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\phi \cdot M_n = 2.973 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

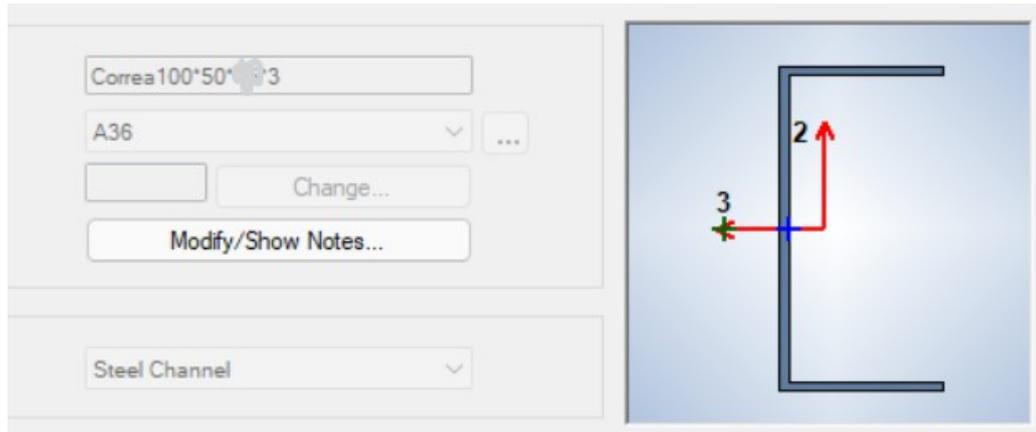
if $\phi \cdot M_n \geq \max(M_{ux}, M_{uy})$	= "Cumple"
"Cumple"	
else	
"No resiste"	

Verificación de resistencia a flexion correa sometida flexion critica

$$M_{ux} := 0.33 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento máximo actuante en el perfil

$$M_{uy} := 0.01 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



$$A_g := 582 \text{ mm}^2$$

$$d := 10 \text{ cm}$$

$$I_y := 142987 \text{ mm}^4$$

$$r := \sqrt{\frac{I}{A_g}} = 119.458 \text{ mm}$$

$$t_f := 3 \text{ mm}$$

$$L_b := 4.55 \text{ m} \quad \text{Longitud no soportada lateralmente}$$

$$Z := 21177 \text{ mm}^3$$

$$S := 18271 \cdot \text{mm}^3$$

Límite plástico

$$L_p := 1.76 \cdot r \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 5.969 \text{ m}$$

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (\text{Spec. Eq. F2-5})$$

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{J_c}{S_x h_o} + \sqrt{\left(\frac{J_c}{S_x h_o}\right)^2 + 6.76 \left(\frac{0.7 F_y}{E}\right)^2}} \quad (\text{Spec. Eq. F2-6})$$

$$M_r = 0.7 F_y S_x \quad (3-1)$$

$$h_o := d - 2 (0.5 \cdot t_f) = 0.097 \text{ m}$$

$$r_{ts} := \sqrt{\frac{I_y \cdot h_o}{2 S}} = 0.019 \text{ m}$$

$$L_r := \pi \cdot r_{ts} \cdot \sqrt{\frac{E}{0.7 f_y}} = 2.077 \text{ m}$$

Este valor es mas conservador

if $L_b \leq L_p$	= "Zona 1"
"Zona 1"	
else if $L_p < L_b < L_r$	
"Zona 2"	
else	
"Zona 3"	

Momento Plástico

$$M_p := f_y \cdot Z = 0.536 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento nominal

$$\phi := 0.9$$

$$C_b := 1.14$$

$$M_n := C_b \cdot \left(M_p - (M_p - 0.75 \cdot f_y \cdot S) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) = 0.532 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\phi \cdot M_n = 0.479 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

if $\phi \cdot M_n \geq \max(M_{ux}, M_{uy})$ = "Cumple"

|| "Cumple"

else

|| "No resiste"

ANEXO C

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

1.1 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL OFERENTE: Ana Cajape y Joel Viteri

BODEGA DE ARCHIVOS DOCUMENTALES PASIVOS PARA SOLCA

RUBRO: Limpieza y desbroce normal

Unidad : m2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R=H/U	COSTO D=C*R
Herramienta menor 2%	1.00	5.00000	5.00000		0.04054
SUBTOTAL(M)					0.04054
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón-EO-E2	2.00	3.62000	7.24000	0.28000	2.02720
SUBTOTAL(N)					2.02720
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT, B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL(O)					0.00000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL(P)					0.00000
TOTAL COSTO UNITARIO DIRECTO (M+N+O+P) :					2.06774
INDIRECTOS Y UTILIDADES					18.00% 0.37219
OTROS INDIRECTOS					- 0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO :					2.43994
VALOR OFERTADO :					U.S.D. 2.44000

NOTA: Todos los precios no incluyen IVA

1.10 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL OFERENTE: Ana Cajape y Joel Viteri

BODEGA DE ARCHIVOS DOCUMENTALES PASIVOS PARA SOLCA

RUBRO: Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 en cadena de cimentación, incluye encofrado, bomba y transporte

Unidad : m3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R=H/U	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5%					2.65550
Vibrador de manguera	1.00	14.00000	14.00000	0.80000	11.20000
Bomba estacionaria 45 m	1.00	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
	1.00	12.77000	12.77000	1.00000	12.77000
SUBTOTAL(M)					13.85550

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	1.00	3.86000	3.86000	4.50000	17.37000
Peón	2.00	3.62000	7.24000	1.60000	11.58400
Albañil	1.00	3.66000	3.66000	1.60000	5.85600
Carpintero	1.00	3.66000	3.66000	5.00000	18.30000
SUBTOTAL(N)					53.11000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT, B	COSTO C=A*B
Hormigón premezclado 240 kg/cm2-19mm-13cm-28d	m3	1.00000	140.00000	140.00000
SUBTOTAL(O)				140.00000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL(P)				0.00000

TOTAL COSTO UNITARIO DIRECTO (M+N+O+P) :		153.85550
INDIRECTOS Y UTILIDADES	18.00%	27.69399
OTROS INDIRECTOS	-	0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO :		181.54949
VALOR OFERTADO :	U.S.D.	181.55000

NOTA: Todos los precios no incluyen IVA

Anexo D

Cantidades de Obra

CANTIDADES DE OBRA

Cálculo de cantidades en rubros

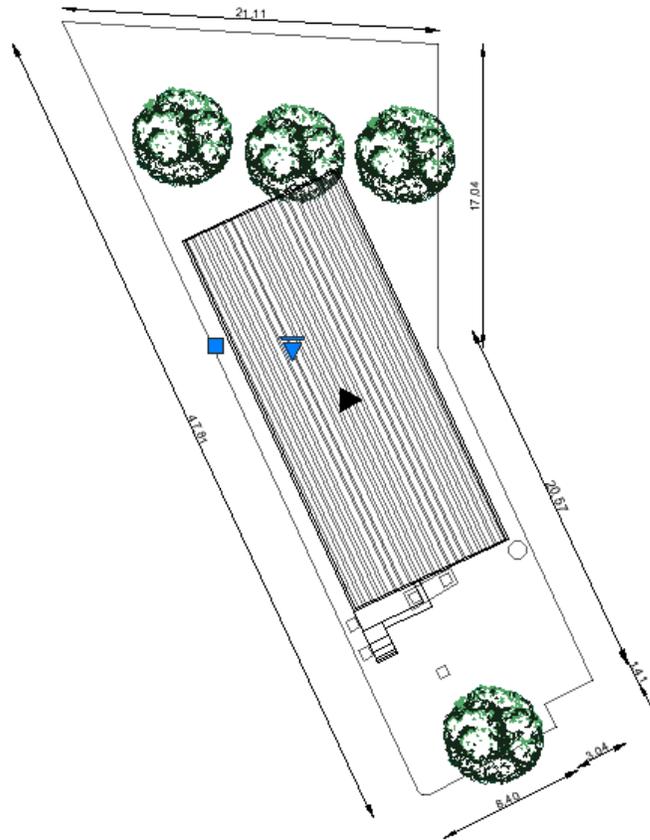
Código:1.00

Rubro: Limpieza y desbroce normal Limpieza y desbroce normal

Unidad: m2

Medición: Área

276.75m2



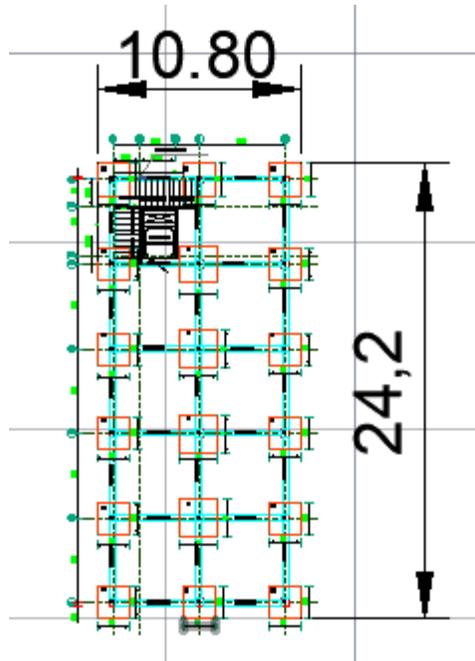
Código:2.00

Rubro: Replanteo y nivelación

Unidad: m2

Medición: Área

10.80m x 24.20m = **261.36m2**



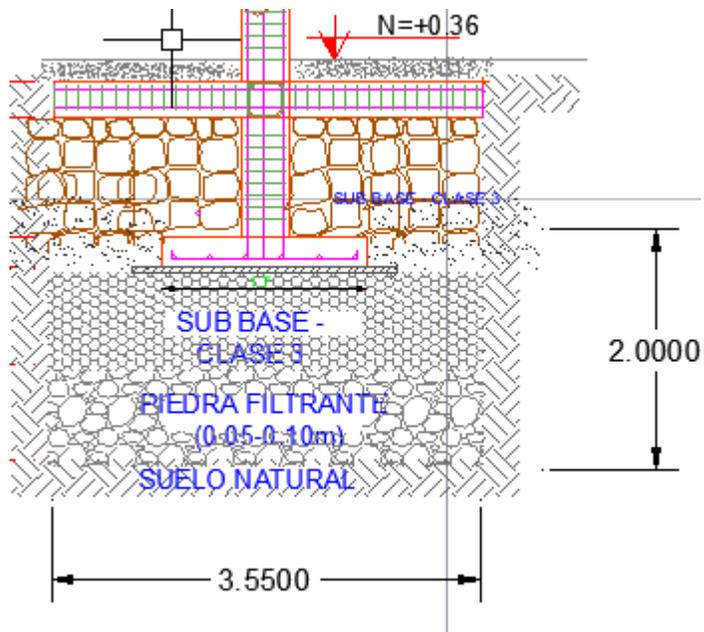
Código:3.00

Rubro: Excavación a máquina, incluye desalojo

Unidad: m3

Medición: Volumen

$2\text{m} \times 3.55\text{m} \times 3.55\text{m} = 25.20\text{m}^3 \times 18 = 453.69\text{m}^3 + 10\% = 500\text{m}^3$



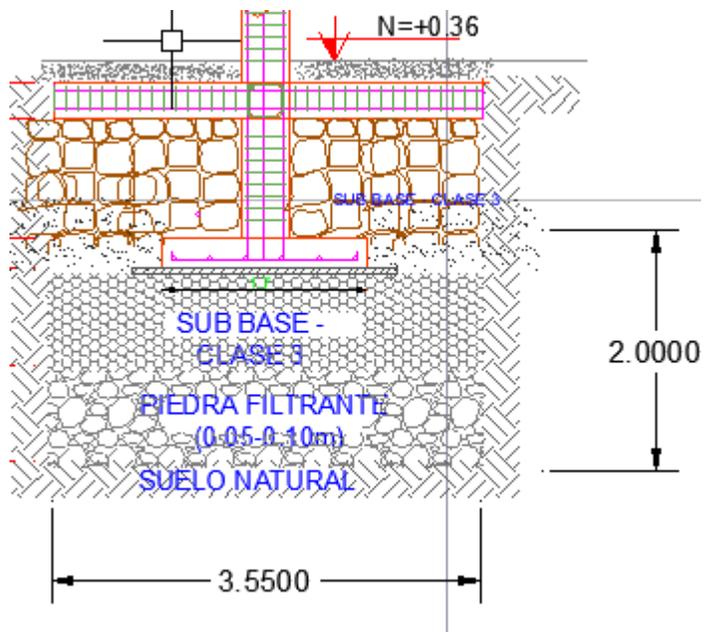
Código:4.00

Rubro: Relleno compactado manual con Sub-Base clase III

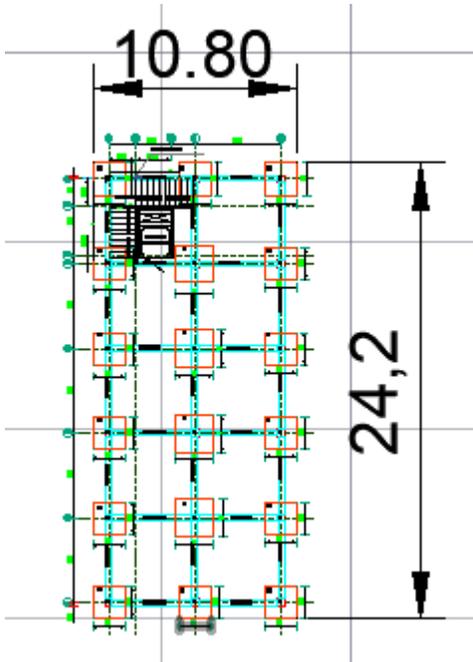
Unidad: m3

Medición: Volumen

$2\text{m} \times 3.55\text{m} \times 3.55\text{m} = 25.20\text{m}^3 \times 18 = 453.69\text{m}^3 + 10\% = 500\text{m}^3$



$$10.80\text{m} \times 24.2\text{m} = 261.36\text{m}^2$$



Volumen de muñeco de columnas: $0.40\text{m} \times 0.40\text{m} \times 1\text{m} \times 18 = 2.88\text{m}^3$

Total = $258.46\text{m}^3 + 15\% = 300\text{m}^3$

Volumen total = 800m^3

Cálculo de cantidades de hormigón

Código:5.00

Rubro: Hormigón Simple $f'c=180\text{kg/cm}^2$ en Replanteo $e=5\text{cm}$

Unidad: m³

Medición: Volumen

1.a Zapata P1 1,70mx1,70m

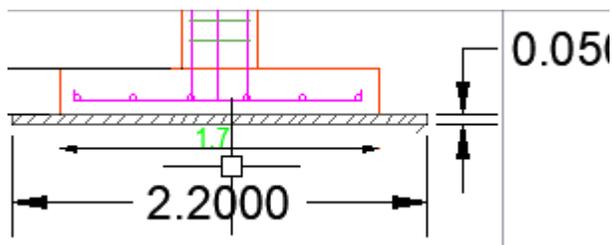
Número de plintos=14 unidades

Replanteo Hormigón 180kg/cm²

Área x espesor x U

Volumen₁=2.20m x 2.20m x 0.05m x 14=3.38+5%=3.56m³

Volumen₁=3.60m³



1.b Zapata P2 2mx2m

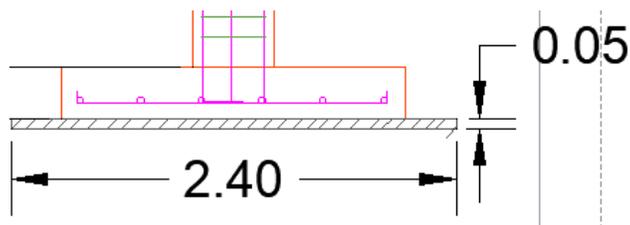
Número de plintos=4 unidades

Replanteo Hormigón 180kg/cm²

Área x espesor x U

Volumen₃=2.40m x 2.40m x 0.05m x 4

Volumen₃=1.20+5%=1.30m³



Código:6.00

Rubro: Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 en Zapata de cimentación

Unidad: m3

Medición: Volumen

1.a Zapata P1 1,70mx1,70m

Número de plintos=14 unidades

Hormigón f'c=240kg/cm2

Área x espesor x U

Zapata

Volumen2=1.70m x 1.70m x 0.30m x14

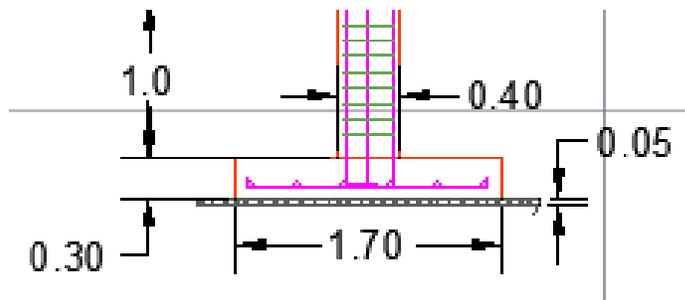
Volumen2=12.13+5%=12.75m3

Columneta (Muñeco)

Volumen2=1m x 0.40m x 0.40m x14

Volumen2=2.24+5%=2.35m3

Volumen2=15.10m3



1.b Zapata P2 2mx2m

Número de plintos=14 unidades

Hormigón f'c=240kg/cm2

Área x espesor x U

Zapata

Volumen4=2m x 2m x 0.30m x4

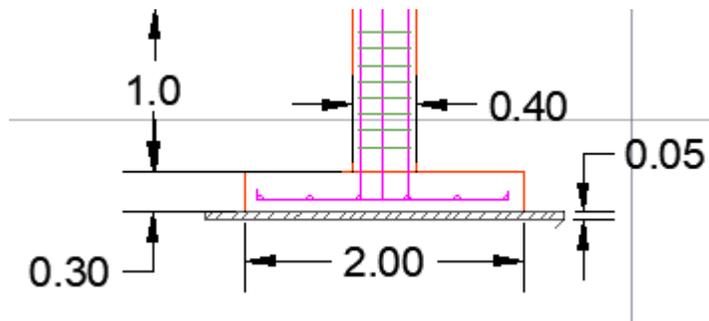
Volumen4=4.8+5%=5.00m3

Volumen4=0.64+5%=0.70m3

Columneta (Muñeco)

Volumen4=1m x 0.40m x 0.40m x4

Volumen4=5.70m³



Código:7.00

Rubro: Hormigón Simple f'c=240kg/cm² en Cadena de cimentación

Unidad: m³

Medición: Volumen

Eje x=Área de cadena x largo x Cantidad

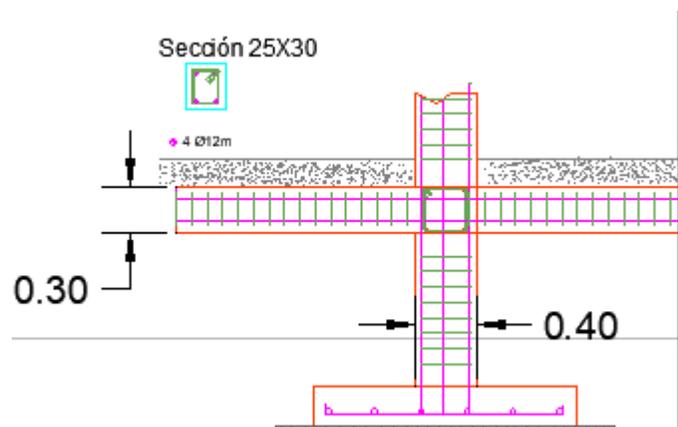
Eje x= 0.25m x 0.30m x 3.50m x 12=3.15+5%=3.30

Eje x= 3.30m³

Eje y=Área de cadena x largo x Cantidad

Eje y= 0.25m x 0.30m x 4.10m x 15=4.61+5%

Eje y= 4.85m³



Cuadro de columnas: $0.40\text{m} \times 0.40\text{m} \times 0.30\text{m} \times 18+5\% = 0.910\text{m}^3$

Volumen5= **9.00** m^3

Código:8.00

Rubro: Hormigón Simple $f'c=240\text{kg}/\text{cm}^2$ para columnas

Unidad: m^3

Medición: Volumen

Columnas 1er piso

Columnas 2do piso

Área x largo x Cantidad

$= 0.40\text{m} \times 0.40\text{m} \times 4\text{m} \times 18 = 11.52 + 5\%$
 $18 + 5\%$

$= 12.10 \text{ m}^3$

Área x largo x Cantidad

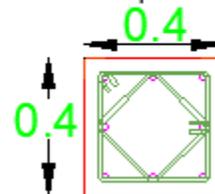
$= 0.35\text{m} \times 0.35\text{m} \times 3.65\text{m} \times$

$= 8.45 \text{ m}^3$

COLUMNA TIPO C2
35CMX35CM
Para segunda planta L=3.65m



COLUMNA TIPO C1
40CMX40CM
Para primera planta L=4m



Volumen6= **20.55** m^3

Código:9.00

Rubro: Hormigón Simple $f'c=240\text{kg/cm}^2$ para vigas

Unidad: m3

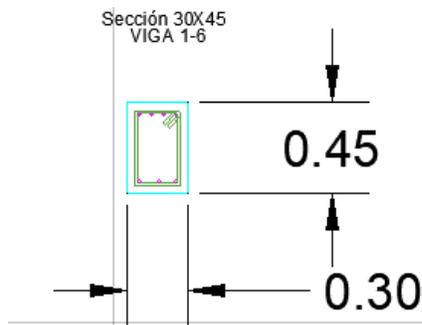
Medición: Volumen

4.-Vigas Hormigón 240kg/cm2

Vigas 1er Piso

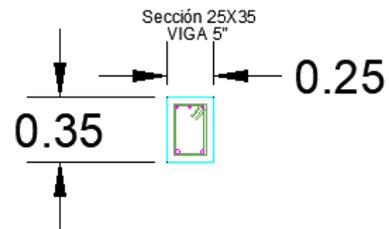
Eje 1-6

$$\begin{aligned} &\text{Área x largo x Cantidad}+5\%\text{DESP} \\ &=0.30\text{m} \times 0.45\text{m} \times 4.15\text{m} \times 12+5\% \\ &1+5\% \\ &= 7.05\text{m}^3 \end{aligned}$$



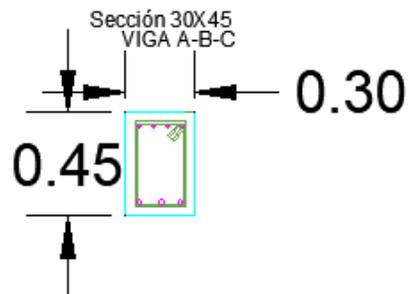
Eje 5'' volado

$$\begin{aligned} &\text{Área x largo x Cantidad}+5\%\text{DESP} \\ &=0.25\text{m} \times 0.35\text{m} \times 5.40\text{m} \times \\ &= 0.50\text{m}^3 \end{aligned}$$



Eje A-B-C

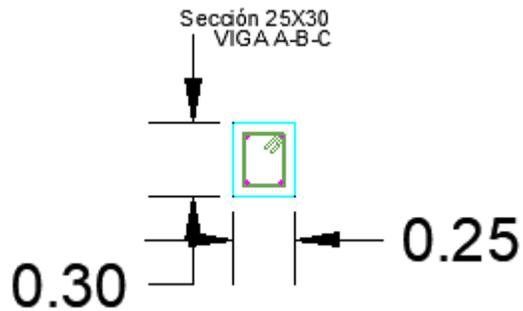
$$\begin{aligned} &\text{Área x largo x Cantidad}+5\%\text{DESP} \\ &=0.30\text{m} \times 0.45\text{m} \times 4.10\text{m} \times 15 +5\% \\ &= 8.70\text{m}^3 \end{aligned}$$



Vigas 2do Piso

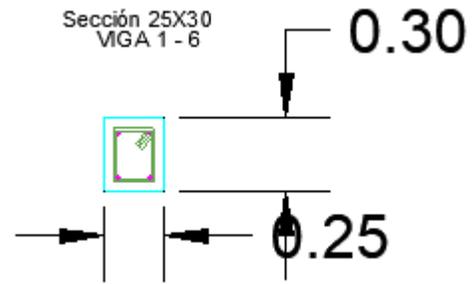
Eje 1-6

$$\begin{aligned} & \text{Área x largo x Cantidad} + 5\% \text{DESP} \\ & = 0.25\text{m} \times 0.30\text{m} \times 4.15\text{m} \times 12 + 5\% \\ & = 4\text{m}^3 \end{aligned}$$



Eje A-B-C

$$\begin{aligned} & \text{Área x largo x Cantidad} + 5\% \text{DESP} \\ & = 0.25\text{m} \times 0.30\text{m} \times 4.10\text{m} \times 15 + 5\% \\ & = 4.85\text{m}^3 \end{aligned}$$



$$\text{Volumen} = 20.95\text{m}^3$$

Código: 10.0

Rubro: Hormigón Simple $f'c=240\text{kg/cm}^2$ para losa

Unidad: m³

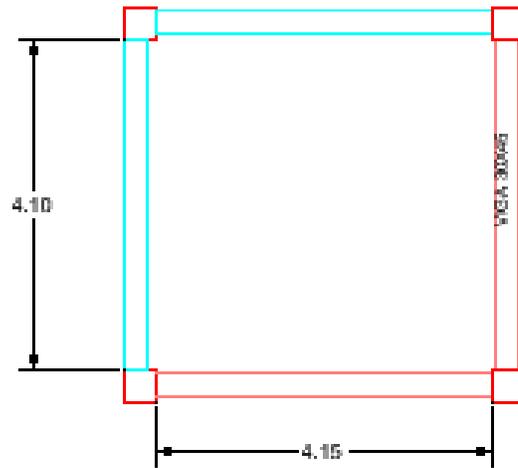
Medición: Volumen

5.- LOSA

Paño regular 4.10m x 4.15m

$$\begin{aligned} & \text{Área de losa} - \text{área de bloques} \times \text{CantBloques} + 5\% \text{DESP} \\ & = (18.05\text{m}^2 \times 0.25\text{m}) - (1.72\text{m}^2 \times 0.20\text{m}) \times 8 + 5\% \end{aligned}$$

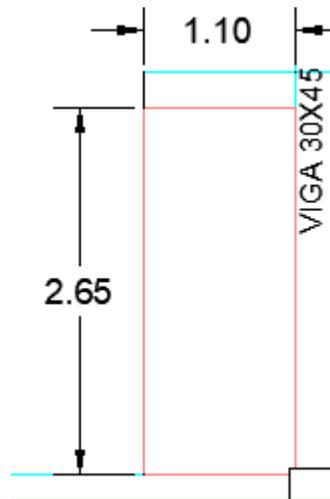
= 1.80m³



Paño de Volado

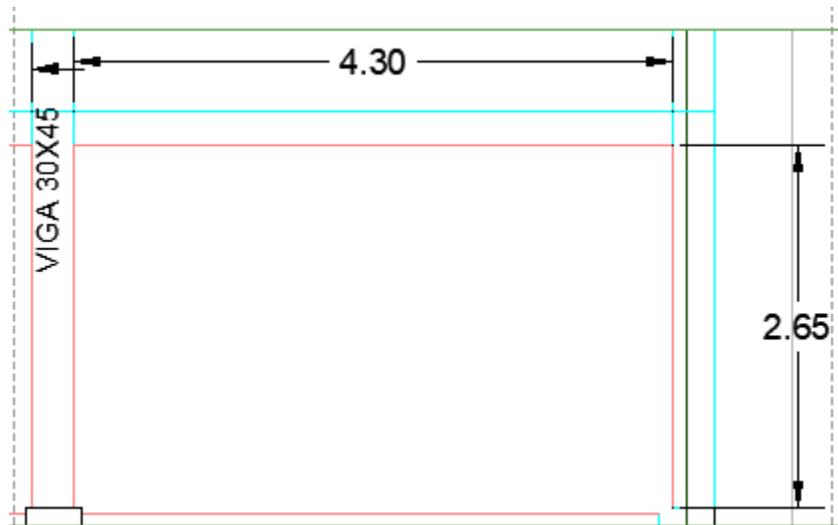
1.1m x 2.65m

Área de losa- área de bloques x CantBloques+5%DESP
= (2.92m² x 0.25m) – (0.44m²x0.20m) x5+5%
= 0.35 m³



Paño a lado del volado 2.65m x 4.30m

Área de losa- área de bloques x CantBloques+5%DESP
= (11.40m² x 0.25m) – (1.72m²x0.20m) x5+5%
= 1.20m³



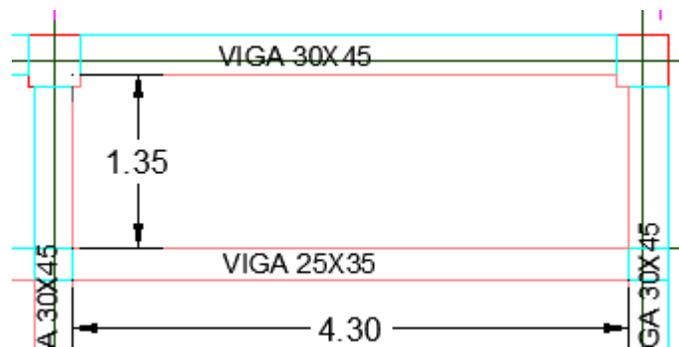
Paño 4.30m x1.35m

Área de losa- área de bloques x CantBloques+5%DESP

$$= (5.79\text{m}^2 \times 0.25\text{m}) - (1.72\text{m}^2 \times 0.20\text{m}) \times 2 + 5\%$$

$$= 0.80\text{m}^3$$

Volumen8 = 4.15m³



Código:11.00

Rubro: Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 para escalera

Unidad: m3

Medición: Volumen

6.- ESCALERA

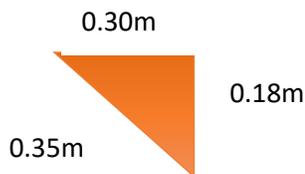
Viga de escalera

$$0.18\text{m} \times 1.35\text{m} \times 1.35\text{m} + 5\% = 0.35\text{m}^3$$

$$0.18\text{m} \times 3.34\text{m} \times 1.35\text{m} \times 2 + 5\% = 1.70\text{m}^3$$

$$0.18\text{m} \times 1.35\text{m} \times 1.35\text{m} + 5\% = 0.35\text{m}^3$$

Escalones



$$\text{Área} = (0.18\text{m} \times 0.30\text{m}) / 2 = 0.154\text{m}^2$$

$$\text{Volumen} = 0.154\text{m}^2 \times 1.35\text{m} + 5\% = 0.22\text{m}^3$$

$$\text{N}^\circ \text{escalones} = 19 \text{ u}$$

$$\text{Volumen total} = 0.22 \times 19 = 4.20\text{m}^3$$

$$\text{Descanso} = 0.18\text{m} \times 1.35\text{m} \times 1.35\text{m} + 5\% = 0.35\text{m}^3$$

$$\text{Volumen} = 6.95\text{m}^3$$

Código:12.00

Rubro: Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$

Unidad: Kg

Medición: Peso

Cantidades de Acero

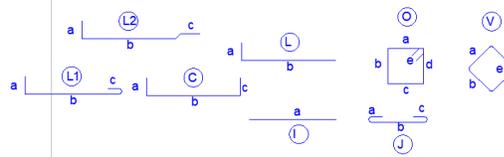
La cantidad de acero a utilizar se detalla en cada una de las tablas de cantidades de acero utilizadas como planillas dentro de los planos.

PLANILLA DE HIERRO													
MARCA	ϕ	tipo	CANT	Dimensiones					Peso	Long de corte	Long. Total	Peso total	Observación
				a	b	c	d	e					
				m	m	m	m	m	Kg/m	m	m	Kg	
VIGAS 30x45 sentido X													
MC201	16	L	24	0.25	7.5				1.578	7.75	186	293.508	
MC202	16	L	24	0.25	2.75				1.578	3	72	113.616	
MC203	14	L	18	0.25	3.45				1.208	3.7	66.6	80.4528	
MC204	14	L	18	0.25	6.5				1.208	6.75	121.5	146.772	
VIGA DE VOLADO 25x35 sentido X													
MC205	14	C	5	0.25	6	0.25			1.208	6.5	32.5	39.26	
VIGAS 30x45 sentido Y													
MC206	16	L	12	0.25	7.4				1.578	7.65	91.8	144.8604	
MC207	16	I	12		10				1.578	10	120	189.36	
MC208	16	L	12	0.25	7.25				1.578	7.5	90	142.02	
MC209	14	L	9	0.25	10.85				1.208	11.1	99.9	120.6792	
MC210	14	I	9		9.71				1.208	9.71	87.39	105.5671	
MC211	14	L	9	0.25	3.45				1.208	3.7	33.3	40.2264	
VIGAS 25x30 sentido X													
MC212	12	L	12	0.25	7.15				0.888	7.4	88.8	78.8544	
MC213	12	L	12	0.25	2.65				0.888	2.9	34.8	30.9024	
MC214	12	L	12	0.25	6.23				0.888	6.48	77.76	69.05088	
MC215	12	L	12	0.25	3.55				0.888	3.8	45.6	40.4928	
VIGAS 25x30 sentido Y													
MC216	12	L	6	0.25	7.2				0.888	7.45	44.7	39.6936	
MC217													
MC218	12	I	6		9.7				0.888	9.7	58.2	51.6816	
MC219	12	L	6	0.25	7.2				0.888	7.45	44.7	39.6936	
MC220	12	L	6	0.25	10.6				0.888	10.85	65.1	57.8088	
MC221	12	I	6		9.65				0.888	9.65	57.9	51.4152	
MC222	12	L	6	0.25	3.4				0.888	3.65	21.9	19.4472	
Estribos													
MC223	10	O	1599	0.21	0.37	0.21	0.37	0.07	0.617	1.23	1966.77	1213.497	VIGAS 30X45
MC224	10	O	55	0.17	0.27	0.17	0.27	0.07	0.617	0.95	52.25	32.23825	VIGA 25X35
MC225	10	O	1491	0.17	0.22	0.17	0.22	0.07	0.617	0.85	1267.35	781.955	VIGAS 25X30
RESUMEN DE MATERIALES													
ϕ [mm]	10	12	14	16									
W [Kg/m]	0.617	0.888	1.208	1.578									
L [m]	3286.37	539.46	341.29	559.8									
PESO [Kg]	2027.69	479.04	412.278	883.36									

Diagramas de refuerzo de vigas con dimensiones a, b, c, d, e y tipos de barras L, I, J, K.

PLANILLA DE HIERRO													
MARCA	φ	tipo	CANT	Dimensiones					Peso Kg/m	Long de corte m	Long. Total m	Peso total Kg	Observación
				a	b	c	d	e					
				m	m	m	m	m					
LOSA													
MC301	12	L	32	0.15	0.97				0.888	1.12	35.84	31.82592	ACERO SUPERIOR
MC302	12	C	32	0.15	9.5	0.15			0.888	9.8	313.6	278.4768	ACERO SUPERIOR
MC303	12	I	37	1.6					0.888	1.6	59.2	52.5696	ACERO SUPERIOR
MC304	12	L	40	0.15	0.95				0.888	1.1	44	39.072	ACERO SUPERIOR
MC305	12	C	5	0.15	6.15	0.15			0.888	6.45	32.25	28.638	ACERO SUPERIOR
MC306	12	L	3	0.15	1				0.888	1.15	3.45	3.0636	ACERO SUPERIOR
MC307	12	C	3	0.15	4.9	0.15			0.888	5.2	15.6	13.8528	ACERO SUPERIOR
MC308	10	I	40	2					0.617	2	80	49.36	ACERO INFERIOR
MC309	10	C	32	0.15	9.5	0.15			0.617	9.8	313.6	193.4912	ACERO INFERIOR
MC310	10	I	32	2					0.617	2	64	39.488	ACERO INFERIOR
MC311	10	C	5	0.15	6.15	0.15			0.617	6.45	32.25	19.89825	ACERO INFERIOR
MC312	10	C	3	0.15	0.15	4.95	0.15		0.617	5.4	16.2	9.9954	ACERO INFERIOR
MC313	8	J	3311	0.05	0.14	0.05			0.395	0.24	794.64	313.8828	GANCHOS
RESUMEN DE MATERIALES													
φ [mm]	8	10	12										
W [Kg/m]	0.395	0.617	0.888										
L [m]	794.64	506.05	503.94										
PESO [Kg]	313.883	312.233	447.499										

PLANILLA DE HIERRO													
MARCA	φ	tipo	CANT	Dimensiones					Peso Kg/m	Long de corte m	Long. Total m	Peso total Kg	Observación
				a	b	c	d	e					
				m	m	m	m	m					
CIMENTACIÓN													
ZAPATAS AISLADAS													
MC101	16	I	36	1.55					1.578	1.55	55.8	88.0524	ZAPATAS 1.70
MC102	16	I	64	1.85					1.578	1.85	118.4	186.8352	ZAPATAS 2.00
CADENAS DE AMARRE													
MC103	12	L	12	0.25	7.15				0.888	7.4	88.8	78.8544	
MC104	12	L	12	0.25	2.65				0.888	2.9	34.8	30.9024	
MC105	12	L	12	0.25	5.45				0.888	5.7	68.4	60.7392	
MC106	12	L	12	0.25	4.4				0.888	4.65	55.8	49.5504	
MC107	12	I	6	0.25	7.2				0.888	7.45	44.7	39.6936	
MC108	12	I	6	9.7					0.888	9.7	58.2	51.6816	
MC109	12	L	6	0.25	7.2				0.888	7.45	44.7	39.6936	
MC110	12	L	6	0.25	9.9				0.888	10.15	60.9	54.0792	
MC111	12	I	6	9.7					0.888	9.7	58.2	51.6816	
MC112	12	L	6	0.25	4.4				0.888	4.65	27.9	24.7752	
MC113	10	O	1491	0.17	0.22	0.17	0.22	0.07	0.617	0.85	1267.35	781.955	ESTRIBOS
COLUMNAS													
MC114	16	L1	144	0.3	5.45	0.4			1.578	6.15	885.6	1397.477	ACERO C40X40
MC115	10	O	684	0.32	0.32	0.32	0.32	0.07	0.617	1.35	923.4	569.7378	ESTRIBO C40X40
MC116	10	V	684	0.24	0.24	0.24	0.24	0.07	0.617	1.03	704.52	434.6888	VINCHA C40X40
MC117	16	L2	144	0.15	3.35	0.15			1.578	3.65	525.6	829.3968	ACERO C35X35
MC118	10	O	684	0.26	0.26	0.26	0.26	0.07	0.617	1.11	759.24	468.4511	ESTRIBO C35X35
MC119	10	V	684	0.21	0.21	0.21	0.21	0.07	0.617	0.91	622.44	384.0455	VINCHA C40X40
RESUMEN DE MATERIALES													
φ [mm]	8	10	12	16									
W [Kg/m]	-	0.617	0.888	1.578									
L [m]	-	4276.95	542.4	1585.4									
PESO [Kg]	-	2638.88	481.651	2501.8									



Código:13.00

Rubro: Acero de estructural fy=4200kg/cm2 A-36

Unidad: Kg

Medición: Peso

PLANILLA DE ACERO ESTRUCTURAL DE CUBIERTA							
MARCA	PERFIL	e [mm]	Cant	H[m]	Peso [kg/m]	Peso total[Kg]	DETALLE
MC50	C150x150x4	4	3	0.5	18.01	27.015	COLUMNA
MC51	C150x150x4	4	3	0.4	18.01	21.612	COLUMNA
MC52	C150x150x4	4	3	0.3	18.01	16.209	COLUMNA
MC53	C150x150x4	4	3	0.2	18.01	10.806	COLUMNA
MC54	C150x150x4	4	3	0.1	18.01	5.403	COLUMNA
MC55	C150x150x3	3	9	6	13.67	738.18	VIGA
MC56	C150x150x3	3	3	4.5	13.67	184.545	VIGA
MC57	G100x50x15	3	42	4.55	4.95	945.945	CORREA
MC58	PLT65X40X3	3	168	0.04	1.53075	10.28664	RIGIDIZADOR CORREA
						1960.00	KG

PLANILLA DE ACERO DE REFUERZO PARA CUBIERTA														
MARCA	φ	tipo	CANT	Dimensiones						Long	Long	Peso lineal	Peso	Observación
				a	b	c	d	e	f	Parcial	Total	Kg/m	Kg	
MC59	14	L	60	0.6	0.1					0.7	42	1.208	50.74	ANCLAJE COLUMNA

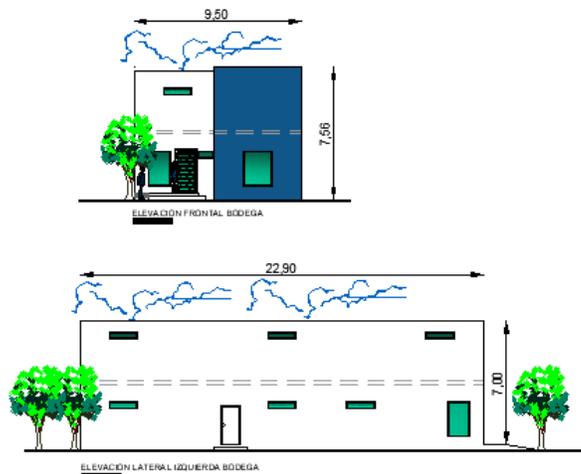
Código:14.00

Rubro: Paredes -bloques e=10cm

Unidad: m2

Medición: Peso

476.16m2



Código:15.00

Rubro: Mortero de enlucido exterior e interior

Unidad: m2

Medición: Peso

476.16 x 2=952.32 m2

Código:16.00

Rubro: Contrapiso de f'c=180kg/cm2 con malla electrosoldada

Unidad: m2

Medición: Peso

Contrapiso de f'c=180kg/cm2 con malla electrosoldada

214.67m2

Cantidad de rubros del presupuesto de hidrosanitario

PLANILLA		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
AGUA POTABLE		
TUBO PVC Ø 3/4"	13.79	m
TUBO PVC Ø 1/2"	14.54	m
CODO 90° Ø 3/4"	5	u
CODO 90° Ø 1/2"	4	u
TEE Ø 1/2"	4	u
TEE reductora Ø 3/4" → Ø 1/2"	1	u
VÁLVULA DE COMPUERTA	1	u
AGUA SERVIDA		
TUBO PVC Ø 4"	11.87	m
TUBO PVC Ø 2"	2.43	m
CODO 90° Ø 4"	3	u
CODO 90° Ø 2"	3	u
CODO 45° Ø 4"	2	u
CODO reductor 45° Ø 4" → Ø 2"	2	u
YEE Ø 4"	2	u
YEE reductora Ø 4" → Ø 2"	2	u

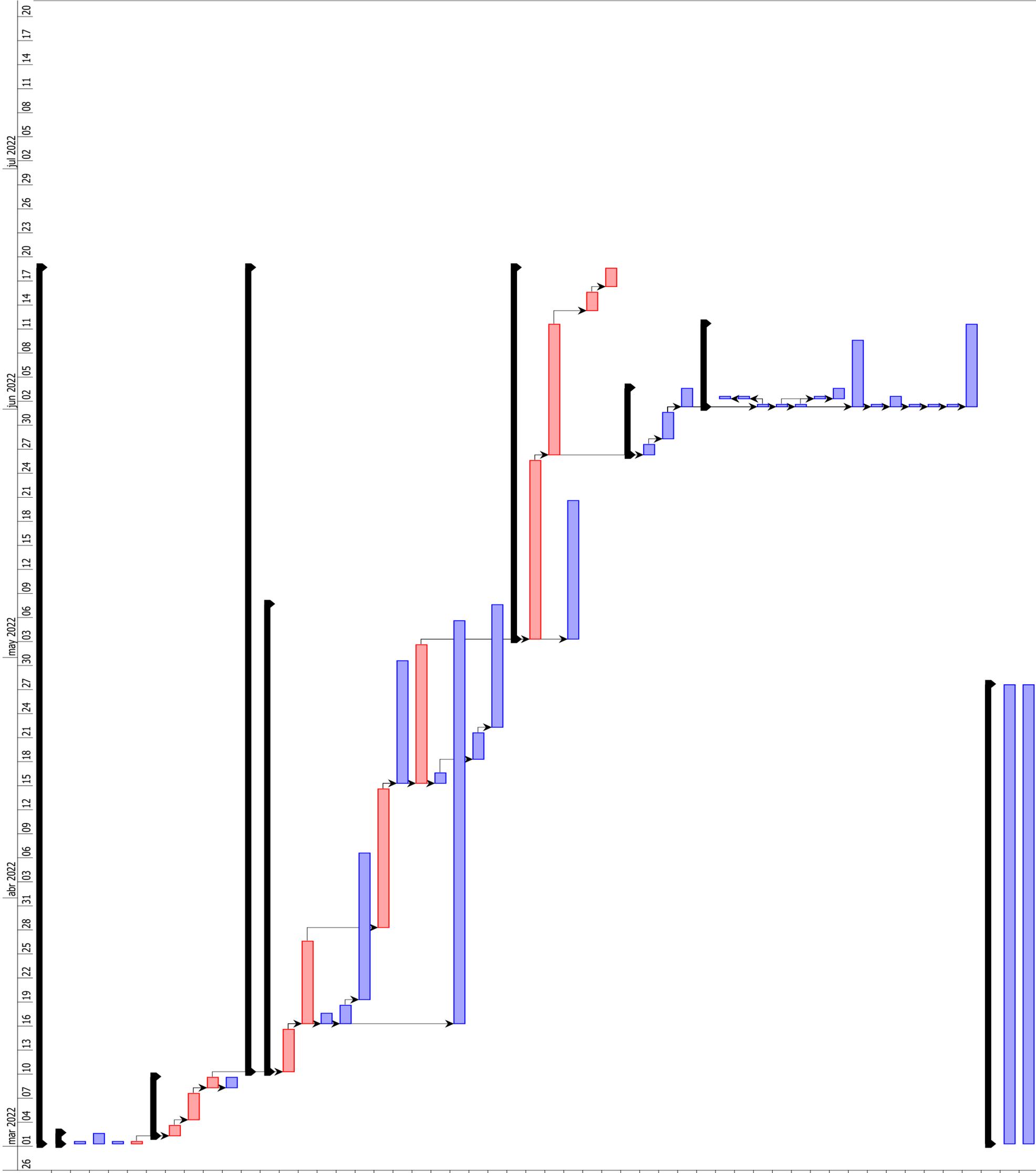
ANEXO E1

Cronograma Valorado

PRESUPUESTO REFERENCIAL									
OBRA	Bodega de archivos pasivos de solca								
No.	Rubro / Descripción	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO GLOBAL	TIEMPO EN			
						MESES			
						1	2	3	
PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA									
PRELIMINARES									
1	Limpieza y desbroce normal	m2	276.75	2.44	\$ 675.27000	\$ 675.27			
2	Bodega provisional de material	mes	3	259.72	\$ 779.16000	\$ 259.72	259.72	259.72	
3	Alquiler de Sanitarios Portátiles, Incluye mantenimiento	mes	3	354.06	\$ 1,062.18000	\$ 354.06	354.06	354.06	
4	Servicios provisionales de electricidad y agua potable	mes	3	332.59	\$ 997.77000	\$ 332.59	332.59	332.59	
MOVIMIENTO DE TIERRA									
5	Replanteo y nivelación	m2	261.36	1.30	\$ 339.76800	\$ 339.77			
6	Excavación a máquina, incluye desalojo	m3	453.69	5.91	\$ 2,681.30790	\$ 2,681.31			
7	Relleno compactado manual con Sub Base clase III	m3	800	6.77	\$ 5,416.00000	\$ 5,416.00			
8	Transporte material de mejoramiento	m3xkm	80	2.38	\$ 190.51053	\$ 190.51			
PRESUPUESTO ESTRUCTURAL									
9	Hormigón Simple f'c=180kg/cm2 en Replanto e=5cm	m3	4.9	113.84	\$ 557.81600	\$ 557.82			
10	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 en cadena de cimentación, incluye encofrado, bomba y transporte	m3	9	181.55	\$ 1,633.95000	\$ 1,633.95			
11	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 en Zapata de cimentación, incluye encofrado, bomba y transporte	m3	20.8	171.41	\$ 3,565.32800	\$ 3,565.33			
12	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 para columnas, incluye encofrado, bomba y transporte	m3	20.55	231.29	\$ 4,753.00950		2376.50	2376.50	
13	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 para vigas, incluye encofrado, bomba y transporte	m3	20.95	293.96	\$ 6,158.46200		3079.23	3079.23	
14	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 para losa de hormigón, incluye encofrado, bomba y transporte	m3	4.15	293.96	\$ 1,219.93400		1219.93		
15	Suministro e instalación Bloques de poliestireno expandido 40x40x25cm	u	765	2.41	\$ 1,841.14692		1841.15		
16	Acero de refuerzo en barras corrugadas fy=4200kg/cm2	Kg	10877.39	6.92	\$ 75,271.53880	\$ 25,090.51	25090.51	25090.51	
ALBANILERIA									
17	Paredes -bloques e=10cm	m2	476.16	11.01	5244.01683			5244.02	
18	Mortero de enlucido exterior e interior	m2	952.32	6.66	6341.532211			6341.53	
19	Contrapiso de f'c=180kg/cm2 con malla electrosoldada 4.5-15 e=0.1	m2	214.67	5.36	1149.898402			1149.90	
ESCALERA									
20	Acero de refuerzo en barras corrugadas para escalera fy=4200kg/cm	kg	328.4	3.35	\$ 1,100.14		1100.14		
21	Hormigón Simple f'c=240kg/cm2 para escalera de hormigón, incluye encofrado	m3	6.95	244.22	\$ 1,697.33		1697.33		
CUBIERTA									
22	Cubierta de acero galvanizado AR-5 e=0.5mm	m2	218	22.64	\$ 4,935.52			4935.52	
23	Acero de estructural fy=4200kg/cm2 A-36 incluye montaje	kg	1960	4.29	\$ 8,408.40			8408.40	
PRESUPUESTO HIDROSANITARIO									
BATERIA SANITARIA									
24	Suministro e intalación de lavamano 1 llave(provisión, montaje y griferia)	u	3	53.44	\$ 160.32			160.32	
25	Inodoro tecnología dual flush	u	3	177.42	\$ 532.26			532.26	
SISTEMA DE AGUA POTABLE									
26	Punto de AAPP de 1/2", inc accesorios	pto	9	29.91	\$ 269.19			269.19	
27	Tubería de pvc roscable 1/2" inc accesorios	m	14.54	5.97	\$ 86.80			86.80	
28	Tubería de pvc roscable 3/4" inc accesorios	m	13.79	4.42	\$ 60.95			60.95	
29	Valvula check roscada 1/2"	u	3	19.48	\$ 58.44			58.44	
30	Valvula check roscada 3/4"	u	2	25.57	\$ 51.14			51.14	
31	Acometida de agua potable 1"	u	1	637.75	\$ 637.75			637.75	
SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS									
32	Punto de desague tipo B 50mm (2") AASS incluye accesorios	u	3	12.62	\$ 37.86			37.86	
33	Punto de desague tipo B 110mm (4") AASS incluye accesorios	u	3	12.62	\$ 37.86			37.86	
34	Punto de rejilla 110mm (4") AASS incluye accesorios	u	3	12.62	\$ 37.86			37.86	
35	Tubería de pvc roscable 50mm (2") tipo B	m	2.43	12.62	\$ 30.67			30.67	
36	Tubería de pvc roscable 110mm (4") tipo B	m	11.87	12.62	\$ 149.80			149.80	
37	Caja de revisión (0.60x0.60x0.60m)fc=210kg/cm2 con malla electrosoldada incluye tapa	u	1	13.58	\$ 13.58			13.58	
AMBIENTAL									
38	Señalética de seguridad y ambiente (burritos metálicos)	u	2	57.59	\$ 115.18	\$ 115.18			
39	Agua para control de polvo	m3	5	0.81	\$ 4.05	\$ 1.35	1.35	1.35	
						\$ 138,303.70	\$ 41,213.36	37352.52	59737.82
AVANCE PARCIAL						30%	27%	43%	
VALOR ACUMULADO						41213.36	78565.88	138303.70	
AVANCE ACUMULADO						30%	57%	100%	

Anexo E2

Cronograma de Obra

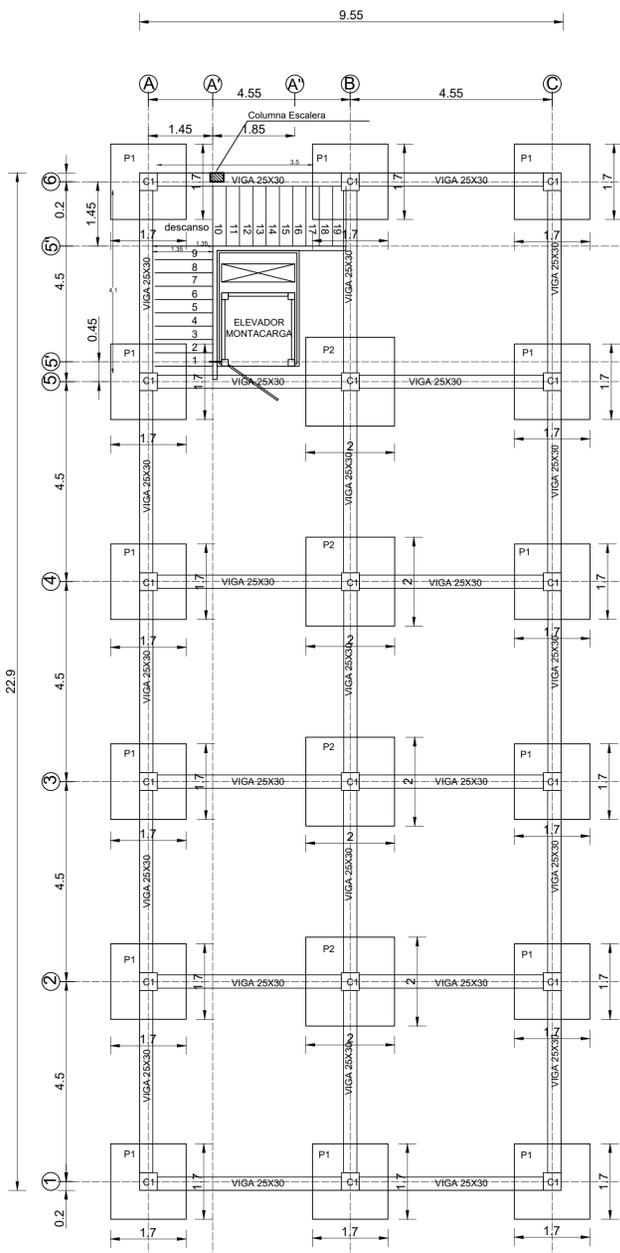


CÁLCULO DE DÍAS EN BASE AL RENDIMIENTO

		R				unidad/di a	CANTIDAD	DÍAS	DIAS TOTAL	
PRELIMINARES										
1	Limpieza y desbroce normal	0.04	h/m2	25	m2/h	200	m2/dia	276.75	1.38375	1
2	Bodega provisional de material	5	h/mes	0.2	mes/h	1.6	mes/dia	3	1.9	2
3	Alquiler de Sanitarios Portátiles, Incluye mantenimiento	3	h/mes	0.333333	mes/h	2.6666667	u/dia	3	1.1	1
4	Servicios provisionales de electricidad y agua potable	3	h/mes	0.333333	mes/h	2.6666667	u/dia	3	1.1	1
MOVIMIENTO DE TIERRA										
5	Replanteo y nivelación	0.06	h/m2	16.66667	m2/h	133.333333	m2/dia	261.36	1.9602	2
6	Excavación a máquina, incluye desalojo	0.06	h/m3	16.66667	m3/h	133.333333	m3/dia	453.69	3.402675	3
7	Relleno compactado manual con Sub Base clase III	0.03	h/m3	33.33333	m3/h	266.666667	m3/dia	500	1.875	2
8	Transporte material de mejoramiento	0.35	h/km*m 3	2.857143	km*m3 /h	22.8571429	kmxm3/di	50	2.1875	2
PRESUPUESTO ESTRUCTURAL										
PRIMER PLANTA										
9	Hormigón Simple fc=180kg/cm2 en Replanteo e=5cm	8	h/m3	0.125	m3/h	1	m3/dia	4.9	4.9	5
10	Hormigón Simple fc=240kg/cm2 en Zapata de cimentación, incluye encofrado, bomba y transporte	4	h/m3	0.25	m3/h	2	m3/dia	20.8	10.4	10
11	Transporte material de mejoramiento	25	h/km*m 3	0.04	km*m3 /h	0.32	kmxm3/di	0.49	1.53125	2
12	Relleno compactado manual con Sub Base clase III	0.08	h/m3	12.5	m3/h	100	m3/dia	300	3	3
13	Hormigón Simple fc=240kg/cm2 en Cadena de cimentación, incluye encofrado, bomba y transporte	30	h/m3	0.033333	m3/h	0.2666667	m3/dia	4.15	15.5625	16
14	Hormigón Simple fc=240kg/cm2 para columnas, incluye encofrado, bomba y transporte	10.5	h/m3	0.095238	m3/h	0.76190476	m3/dia	12.1	15.88125	16
15	Hormigón Simple fc=240kg/cm2 para vigas, incluye encofrado, bomba y transporte	8.6	h/m3	0.116279	m3/h	0.93023256	m3/dia	16.25	17.46875	17
16	Hormigón Simple fc=240kg/cm2 para losa de hormigón, incluye encofrado, bomba y transporte	28	h/m3	0.035714	m3/h	0.28571429	m3/dia	4.15	14.525	15
17	Suministro e instalación Bloques de poliestireno expandido 40x40x25cm	0.02	h/u	50	u/h	400	u/dia	765	1.9125	2
18	Acero de refuerzo en barras corrugadas fy=4200kg/cm2	0.0458	h/kg	21.83406	kg/h	174.672489	kg/dia	7676.048	43.94538	44
19	Acero de refuerzo en barras corrugadas para escalera fy=4200kg/cm2	0.1	h/kg	10	kg/h	80	kg/dia	328.4	4.105	4
20	Hormigón Simple fc=240kg/cm2 para escalera de hormigón, incluye encofrado	16	h/m3	0.0625	m3/h	0.5	m3/dia	6.95	13.9	14
SEGUNDA PLANTA										
21	Hormigón Simple fc=240kg/cm2 para columnas, incluye encofrado, bomba y transporte	18.5	h/m3	0.054054	m3/h	0.43243243	m3/dia	8.45	19.54063	20
22	Hormigón Simple fc=240kg/cm2 para vigas, incluye encofrado, bomba y transporte	14	h/m3	0.071429	m3/h	0.57142857	m3/dia	8.85	15.4875	15
23	Acero de refuerzo en barras corrugadas fy=4200kg/cm2	0.0458	h/kg	21.83406	kg/h	174.672489	kg/dia	2872.95	16.44764	16
24	Acero de estructural fy=4200kg/cm2 A-36 incluye montaje	0.012	h/kg	83.33333	kg/h	666.666667	kg/dia	1960	2.94	3
25	Cubierta de acero galvanizado AR-5 e=0.5mm	0.095	h/m2	10.52632	m2/h	84.2105263	m2/dia	218	2.58875	3
ALBAÑILERIA										
26	Contrapiso de fc=180kg/cm2 con malla electrosoldada 4.5-15 e=0.1	0.08	h/m3	12.5	m3/h	100	m3/dia	214.67	2.1467	2
27	Paredes-Bloque 10cm	0.05	h/m2	20	m2/h	160	m2/dia	476.16	2.976	3
28	Mortero de enlucido exterior e interior	0.025	h/m2	40	m2/h	320	m2/dia	952.32	2.976	3
PRESUPUESTO HIDROSANITARIO										
29	Suministro e instalación de lavamanos 1 llave(provisión, m montaje y grifería)	2	h/u	0.5	u/h	4	u/dia	3	0.75	1
30	Inodoro tecnología dual flush	2	h/u	0.5	u/h	4	u/dia	3	0.75	1
31	Punto de AAPP de 1/2", inc accesorios	2	h/pto	0.5	pto/h	4	pto/dia	9	2.25	1
32	Tubería de pvc roscable 1/2" in accesorios	1.6	h/m	0.625	m/h	5	m/dia	14.54	2.908	1
33	Tubería de pvc roscable 3/4" inc accesorios	1.6	h/m	0.625	m/h	5	m/dia	13.79	2.758	1
34	Valvula check roscada 1/2"	2	h/u	0.5	u/h	4	u/dia	3	0.75	1
35	Valvula check roscada 3/4"	2	h/u	0.5	u/h	4	u/dia	2	0.5	2
36	Acometida de agua potable 1"	5	h/u	0.2	u/h	1.6	u/dia	1	0.625	8
37	Punto de desagüe tipo B 50mm (2") AASS incluye accesorios	2	h/pto	0.5	pto/h	4	pto/dia	3	0.75	1
38	Punto de desagüe tipo B 110mm (4") AASS incluye accesorios	2	h/pto	0.5	pto/h	4	pto/dia	3	0.75	2
39	Punto de rejilla 110mm (4") AASS incluye accesorios	2	h/pto	0.5	pto/h	4	pto/dia	3	0.75	1
40	Tubería de pvc roscable 50mm (2") tipo B	2	h/m	0.5	m/h	4	m/dia	2.43	0.6075	1
41	Tubería de pvc roscable 110mm (4") tipo B	1.6	h/m	0.625	m/h	5	m/dia	11.87	2.374	1
42	Caja de revisión (0,60x0,60x0,60m)fc=210kg/cm2 con malla electrosoldada incluye tapa	60	h/u	0.016667	u/h	0.13333333	u/dia	1	7.5	10
AMBIENTAL										
43	Señalética de seguridad y ambiente (burrillos metálicos)	3.5	h/u	0.285714	u/h	2.28571429	u/dia	2	0.875	50
44	Agua para control de polvo	15.7	h/m3	0.063694	m3/h	0.50955414	m3/dia	5	9.8125	50

Anexo F

Planos



Planta-Cimentación

ESC: 1:75



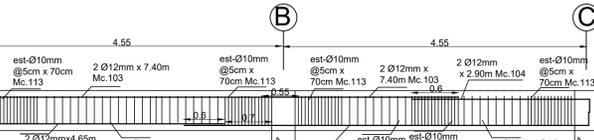
Detalle Cadena

ESC: 1:25



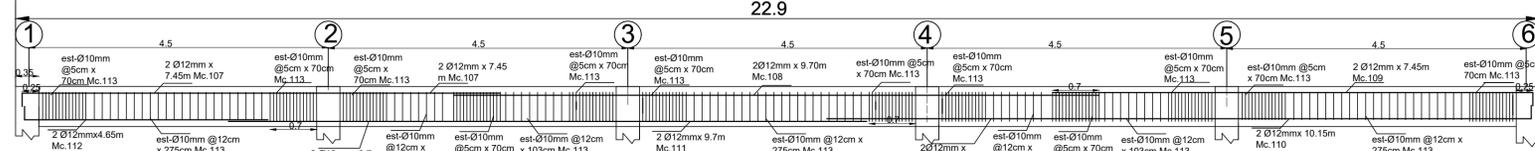
Detalle Cadena

ESC: 1:25



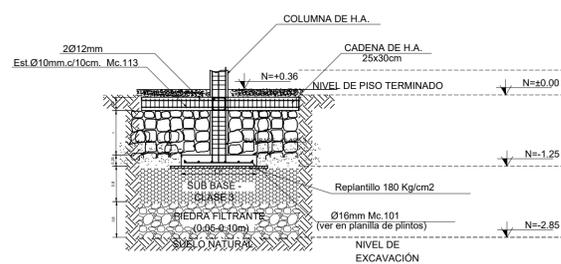
Detalle longitudinal de armado de cadena

ESC: 1:50



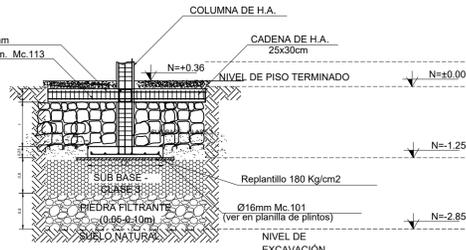
Detalle longitudinal de armado de cadena

ESC: 1:50



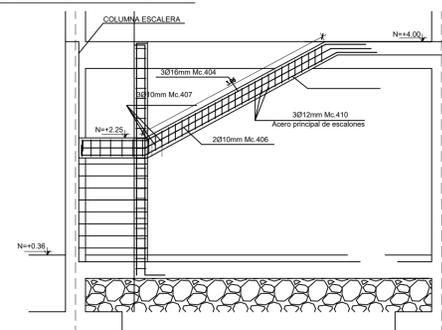
Detalle de cimentación P1

ESC: 1:75



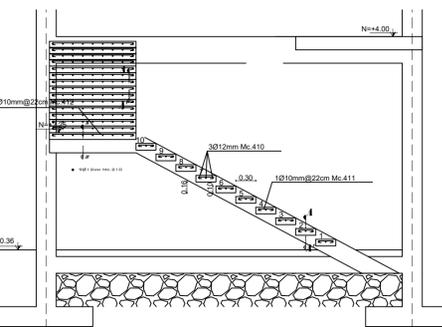
Detalle de cimentación P2

ESC: 1:75



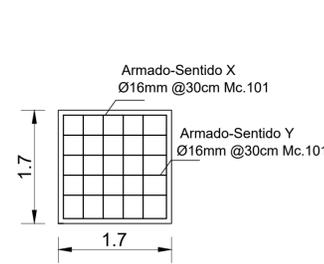
Detalle de viga en escalera

ESC: 1:100



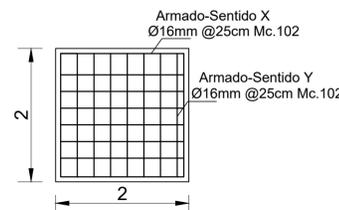
Detalle de acero en escalones

ESC: 1:100



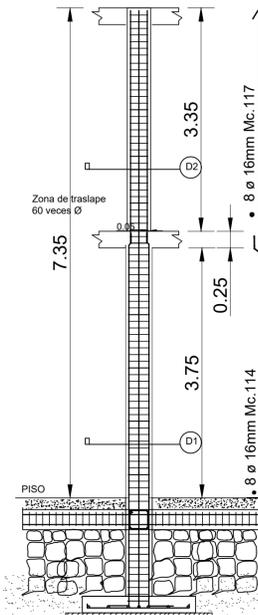
Detalle plinto P1 en planta

ESC: 1:50



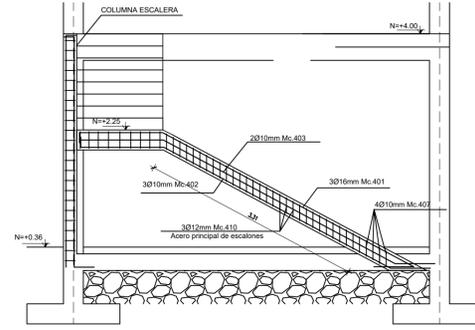
Detalle plinto P2 en planta

ESC: 1:50



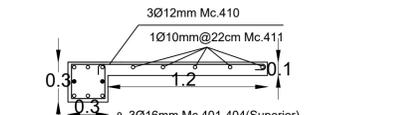
Detalle de columnas

ESC: 1:50



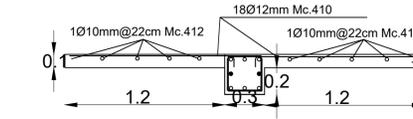
Detalle de viga en escalera

ESC: 1:100



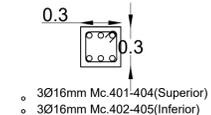
Corte de escalera A-A

ESC: 1:25



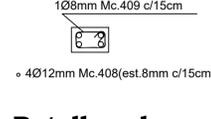
Descanso en escalera B-B

ESC: 1:25



Detalle viga Vesc

ESC: 1:25



Detalle columna Cesc

ESC: 1:25



Detalle nudo Viga/Columna

ESC: 1:25

Corte D2. Columna C2

ESC: 1:20

Corte D1. Columna C1

ESC: 1:20

PLANILLA DE HIERRO														
MARCA	φ	tipo	CANT	Dimensiones						Peso	Long de corte	Long Total	Peso total	Observación
				a	b	c	d	e	g					
CEMENTACIÓN														
ZAPATAS AISLADAS														
MC101	16	I	36	1.55						1.578	1.55	55.8	88.0524	ZAPATAS 1.70
MC102	16	I	64	1.85						1.578	1.85	118.4	186.8352	ZAPATAS 2.00
CADERNAS DE AMARRAS														
MC103	12	L	12	0.25	7.15				0.888	7.4	88.8	78.8544		
MC104	12	L	12	0.25	2.65				0.888	2.9	34.8	30.9024		
MC105	12	L	12	0.25	5.45				0.888	5.7	68.4	60.792		
MC106	12	L	12	0.25	4.4				0.888	4.65	55.8	49.5504		
MC107	12	L	6	0.25	7.2				0.888	7.45	44.7	39.6936		
MC108	12	L	6	0.25	7.2				0.888	7.45	44.7	39.6936		
MC109	12	L	6	0.25	7.2				0.888	7.45	44.7	39.6936		
MC110	12	L	6	0.25	9.9				0.888	10.15	60.9	54.0792		
MC111	12	L	6	0.25	9.9				0.888	10.15	60.9	54.0792		
MC112	12	L	6	0.25	4.4				0.888	4.65	27.6	24.7512		
MC113	10	O	1491	0.17	0.22	0.17	0.22	0.07	0.617	0.85	1267.35	781.955	ESTRIBOS	
COLUMNAS														
MC114	16	L3	144	0.3	5.45	0.4			1.578	6.15	885.6	1397.477	ACERO C40X40	
MC115	10	O	684	0.32	0.32	0.32	0.32	0.07	0.617	1.35	923.4	569.7378	ESTRIBO C40X40	
MC116	10	V	684	0.24	0.24	0.24	0.24	0.07	0.617	1.03	704.52	434.6888	VINCHA C40X40	
MC117	16	L2	144	0.15	3.95	0.15			1.578	3.65	525.6	802.9868	ACERO C35X35	
MC118	10	O	684	0.26	0.26	0.26	0.26	0.07	0.617	1.11	759.24	468.4511	ESTRIBO C35X35	
MC119	10	V	684	0.21	0.21	0.21	0.21	0.07	0.617	0.91	622.44	384.0555	VINCHA C40X40	
RESUMEN DE MATERIALES														
φ [mm]	8	10	12	16										
W [kg/m]	-	0.617	0.888	1.578										
L [m]	-	4276.95	542.4	1585.4										
PESO [kg]	-	2638.88	481.651	2501.8										
PLANILLA DE HIERRO														
MARCA	φ	tipo	CANT	Dimensiones						Peso	Long de corte	Long Total	Peso total	Observación
				a	b	c	d	e	g					
ESCALERA EN VOLADO														
VIGA Y COLUMNA DE ESCALERA (Vase-Cesc)														
MC401	16	I	1	4.30	1.42				0.05	1.578	6.86	20.58	32.47534	
MC402	16	Z	3	1	3.91	1.42			0.05	1.578	6.38	19.14	30.20292	
MC403	10	Z	2	1	3.95	1.17			0.05	0.617	6.17	12.34	7.61378	Acero por torsión
MC404	16	Z	1	3	3.18	1.26			0.05	1.578	5.04	15.12	23.89368	
MC405	16	Z	3	0.6	3.3	1.26			0.05	1.578	5.21	15.63	24.66414	Acero por torsión
MC406	10	Z	2	0.6	3.18	1.01			0.05	0.617	4.84	9.68	5.97256	
MC407	10	O	7	0.25	0.25	0.15			0.05	0.617	0.85	6.05	4.30455	
MC408	12	L1	4	0.15	3.51	0.15			0.05	0.888	4.31	17.26	15.3012	Columna Cesc
MC409	8	O	24	0.25	0.15	0.25	0.15	0.05	0.395	0.85	20.4	8.058	Estribos Cesc	
ESCALONES														
MC410	12	P	75	0.25	0.25	1.46			0.05	0.888	2.26	169.5	150.516	
MC411	10	L1	95	0.25					0.05	0.617	0.3	28.5	17.5845	Acero de reparto
MC412	10	L1	10	1.25					0.05	0.617	1.3	13	8.021	Acero de reparto
RESUMEN DE MATERIALES														
φ [mm]	8	10	12	16										
W [kg/m]	0.395	0.617	0.888	1.578										
L [m]	20.4	70.17	186.74	70.47										
PESO [kg]	8.058	41.2940	165.825	111.2										

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- RESISTENCIA HORMIGÓN A COMPRESIÓN $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ EN CIMENTACIÓN Y ESCALERA
- RESISTENCIA HORMIGÓN SIMPLE A COMPRESIÓN $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ COLUMNAS
- RESISTENCIA HORMIGÓN SIMPLE A COMPRESIÓN $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ CADENA Y VIGAS
- LA LONGITUD DE LAS VARILLAS SERA MAXIMA 12METROS.
- AL MENOS 1METRO ANTES DE LA LONGITUD MAXIMA DE LA VARILLA DEBE TRASLAPARSE
- LOS TRASLAPES SE REALIZARAN FUERA DE LAS ZONAS CONFINADAS
- ACERO CORRUGADO DE REFUERZO CON RESISTENCIA A FLENCIA $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- TRASLAPES MÍNIMO SO DIÁMETROS
- RECURBIMIENTOS 4 cm EN COLUMNAS
- RECURBIMIENTOS 4 cm EN VIGAS DE AMARRAS
- RECURBIMIENTOS 7.5 cm EN ELEMENTOS BAJO NIVEL DEL SUELO
- HORMIGÓN SIMPLE EN REPANTILLO Y MURO, $f_c=180 \text{ kg/cm}^2$
- EL RELLENO SERA CON SUB BASE CLASE 3 Y PIEDRA BOLA EN LOS PUNTOS ESPECIFICADOS
- SOLDADURA CON ELECTRODO 7018 F7-4200kg/cm²
- ACERO ESTRUCTURAL CON $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- ¡MUY IMPORTANTE!

BRINDAR INFORMACIÓN CONCEPTO LOS ELEMENTOS VALLES COMO VIGAS Y COLUMNAS SERAN APREHENSORES POR TUBOS O PAQUETES DE TUBOS DE CUALQUIER TIPO DE RECALZADO.

CÓDIGOS USADOS

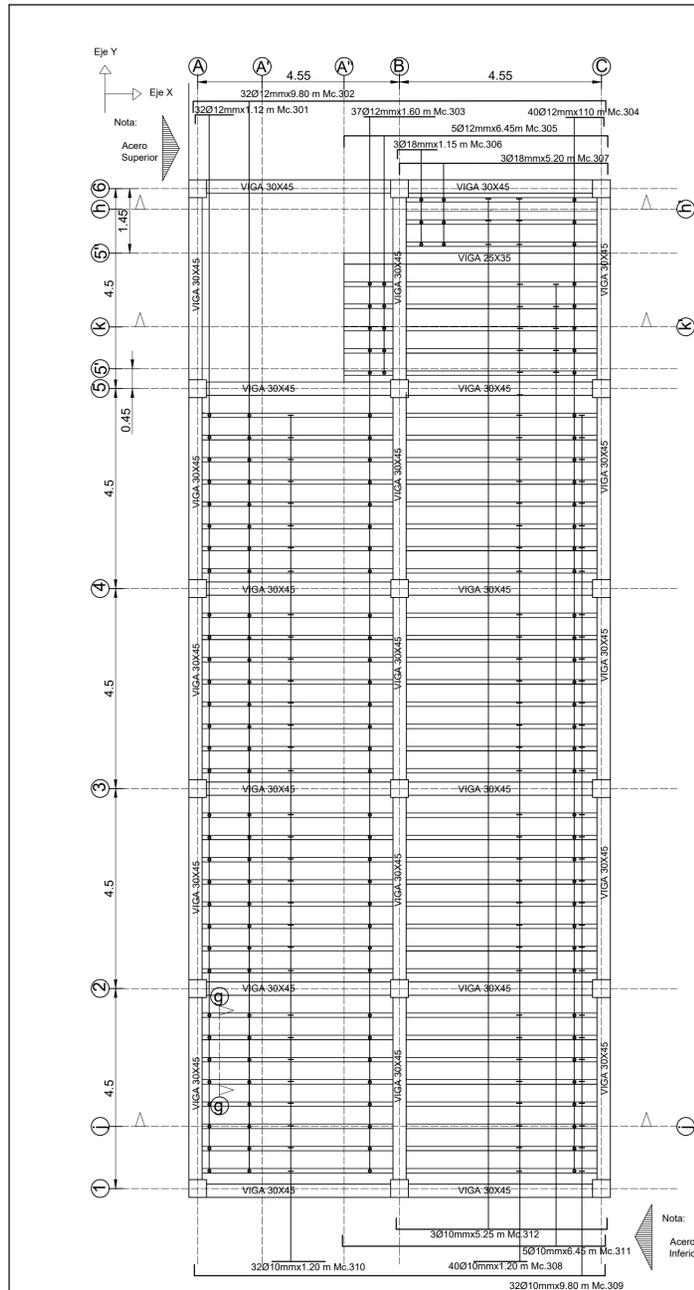
ACI 318-14 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE NORMA DE SOLDADURA AWS NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, MEC2015

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

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE BODEGA PARA ARCHIVOS DOCUMENTALES PASIVOS DE SOLCA NÚCLEO PORTOVIEJO, MANABÍ

CONTENIDO:
CIMENTACIÓN-COLUMNAS-ESCALERA

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Especificos: - MSc. Guillermo Muñoz - Arq. Eunice Lindao - MSc. Francisco Grau	Estudiantes: - Ana Cajape - Joel Viteri	Fecha de Entrega: 11 enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Samantha Hidalgo			Lámina: E /14
			Escala: indicada



Planta-Losa Primer Entrepiso

ESC: 1:75



Detalle Viga

ESC: 1:25



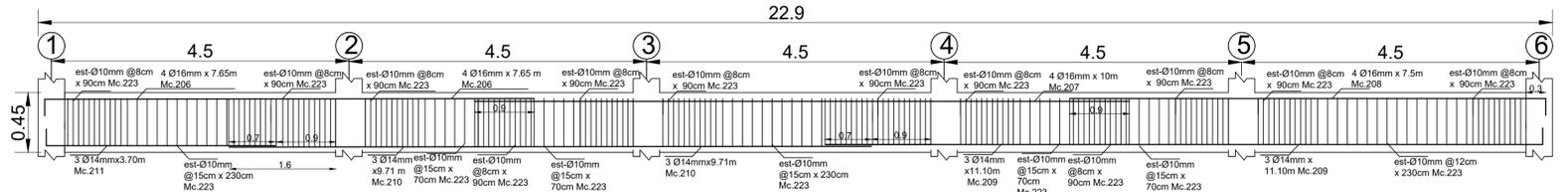
Detalle Viga

ESC: 1:25



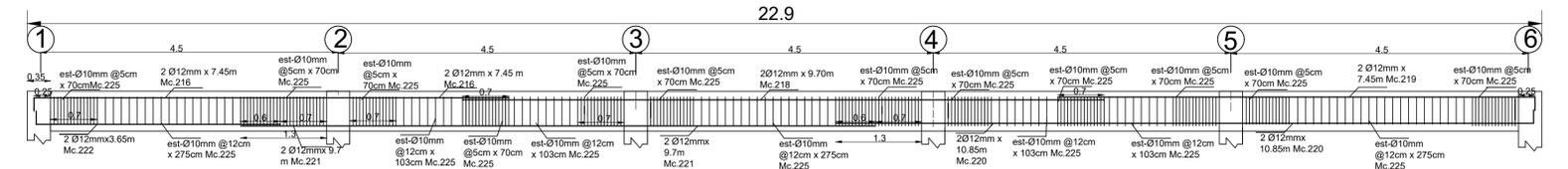
Detalle Viga

ESC: 1:25



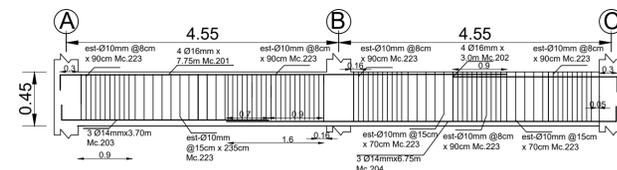
Detalle longitudinal de armado de viga eje y

ESC: 1:50



Detalle longitudinal de armado de viga en 2da planta eje y

ESC: 1:50



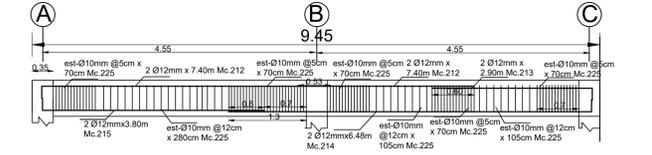
Detalle longitudinal de armado de viga eje x

ESC: 1:50



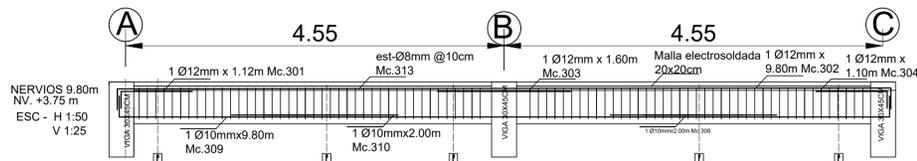
Detalle Viga

ESC: 1:25



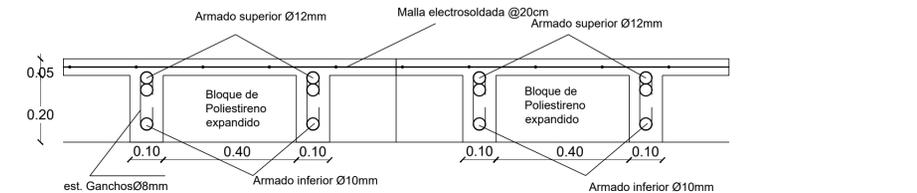
Detalle longitudinal de armado de viga en 2da planta eje x

ESC: 1:50



Detalle longitudinal de armado de nervios - Corte j-j

ESC: 1:40



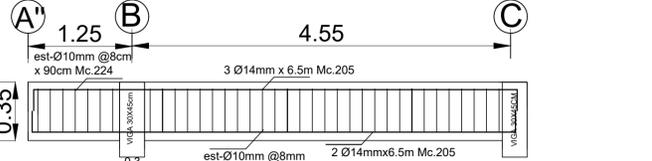
Detalle de Losa - Corte g-g

ESC: 1:10



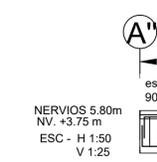
Viga Volado

ESC: 1:25



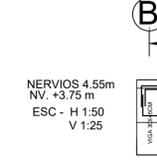
Detalle longitudinal de armado de viga Volado eje x

ESC: 1:40



Detalle longitudinal de armado de nervios - Corte K-K'

ESC: 1:40



Detalle longitudinal de armado de nervios - Corte h-h'

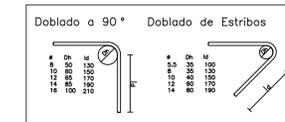
ESC: 1:40

PLANILLA DE HIERRO													
MARCA	φ	tipo	CANT	Dimensiones					Peso	Long de corte	Long. Total	Peso total	Observación
				a	b	c	d	e					
MC201	16	L	24	0.25	7.5				1.578	7.75	186	293.508	
MC202	16	L	24	0.25	2.75				1.578	3	72	113.616	
MC203	14	L	18	0.25	3.45				1.208	3.7	66.6	80.4528	
MC204	14	L	18	0.25	6.5				1.208	6.75	122.5	146.772	
VIGA DE VOLADO 25x35 sentido X													
MC205	14	C	5	0.25	6	0.25			1.208	6.5	32.5	39.26	
VIGAS 30x45 sentido X													
MC206	16	L	12	0.25	7.4				1.578	7.65	93.8	144.8604	
MC207	16	L	12	0.25	10				1.578	10	120	189.36	
MC208	16	L	12	0.25	7.25				1.578	7.5	90	142.02	
MC209	14	L	9	0.25	10.85				1.208	11	99.9	120.972	
MC210	14	L	9	0.25	9.71				1.208	9.71	87.39	105.5671	
MC211	14	L	9	0.25	3.45				1.208	3.7	33.3	40.2264	
VIGAS 25x30 sentido X													
MC212	12	L	12	0.25	7.15				0.888	7.4	88.8	78.8544	
MC213	12	L	12	0.25	2.65				0.888	2.9	34.8	30.9024	
MC214	12	L	12	0.25	6.23				0.888	6.48	77.76	69.05088	
MC215	12	L	12	0.25	3.55				0.888	3.8	45.6	40.4928	
VIGAS 25x30 sentido Y													
MC216	12	L	6	0.25	7.2				0.888	7.45	44.7	39.6936	
MC217	12	L	6	0.25	9.7				0.888	9.7	58.2	51.6816	
MC218	12	L	6	0.25	7.2				0.888	7.45	44.7	39.6936	
MC219	12	L	6	0.25	10.6				0.888	10.85	65.1	57.888	
MC220	12	L	6	0.25	3.45				0.888	3.8	45.6	40.4928	
MC221	12	L	6	0.25	3.45				0.888	3.8	45.6	40.4928	
MC222	12	L	6	0.25	3.45				0.888	3.8	45.6	40.4928	
Estribos													
MC223	10	O	1500	0.21	0.07	0.21	0.17	0.07	0.617	1.25	1866.77	1213.497	VIGAS 30X45
MC224	10	O	55	0.17	0.27	0.17	0.27	0.07	0.617	0.95	52.24	32.28925	VIGAS 25X35
MC225	10	O	1491	0.17	0.22	0.17	0.22	0.07	0.617	0.85	1267.35	781.955	VIGAS 25X30
RESUMEN DE MATERIALES													
φ (mm)	10	12	14	16									
W (Kg/m)	0.617	0.888	1.208	1.578									
L (m)	3286.37	539.46	341.29	559.8									
PESO (Kg)	2027.69	479.04	412.278	883.36									

PLANILLA DE HIERRO													
MARCA	φ	tipo	CANT	Dimensiones					Peso	Long de corte	Long. Total	Peso total	Observación
				a	b	c	d	e					
LOSA													
MC301	12	L	32	0.15	0.97				0.888	1.12	35.84	31.82592	ACERO SUPERIOR
MC302	12	C	32	0.15	9.5	0.15			0.888	9.8	313.6	278.4768	ACERO SUPERIOR
MC303	12	I	37	1.6					0.888	1.6	59.2	52.5696	ACERO SUPERIOR
MC304	12	L	40	0.15	0.95				0.888	1.1	44	39.072	ACERO SUPERIOR
MC305	12	C	5	0.15	6.15	0.15			0.888	6.45	32.25	28.638	ACERO SUPERIOR
MC306	12	L	3	0.15	1				0.888	1.15	3.45	3.0636	ACERO SUPERIOR
MC307	12	C	3	0.15	4.9	0.15			0.888	5.2	15.6	13.8528	ACERO SUPERIOR
MC308	10	I	40	2					0.617	2	80	49.36	ACERO INFERIOR
MC309	10	C	32	0.15	9.5	0.15			0.617	9.8	313.6	193.4912	ACERO INFERIOR
MC310	10	I	32	2					0.617	2	64	39.488	ACERO INFERIOR
MC311	10	C	5	0.15	6.15	0.15			0.617	6.45	32.25	19.89625	ACERO INFERIOR
MC312	10	C	3	0.15	0.15	4.95	0.15		0.617	5.4	16.2	9.954	ACERO INFERIOR
MC313	8	J	3311	0.05	0.14	0.05			0.395	0.24	794.64	313.8828	GANCHOS
RESUMEN DE MATERIALES													
φ (mm)	8	10	12										
W (Kg/m)	0.395	0.617	0.888										
L (m)	794.64	506.05	503.94										
PESO (Kg)	313.883	312.233	447.499										

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- RESISTENCIA HORMIGÓN A COMPRESIÓN $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ EN CIMENTACIÓN Y ESCALERA
 - RESISTENCIA HORMIGÓN SIMPLE A COMPRESIÓN $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ COLUMNAS
 - RESISTENCIA HORMIGÓN SIMPLE A COMPRESIÓN $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ CADENA Y VIGAS
 - LA LONGITUD DE LAS VARILLAS SERÁ MÁXIMA 12METROS.
 - AL MENOS 1METRO ANTES DE LA LONGITUD MÁXIMA DE LA VARILLA DEBE TRASLAPARSE
 - LOS TRASLAPES SE REALIZARÁN FUERA DE LAS ZONAS CONFINADAS
 - ACERO CORRUGADO DE REFUERZO CON RESISTENCIA A TENSION $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
 - TRASLAPES MÍNIMO 50 DIÁMETROS
 - RECUBRIMIENTOS 4 cm EN COLUMNAS
 - RECUBRIMIENTOS 4 cm EN VIGAS DE AMARRAS
 - RECUBRIMIENTOS 7.5 cm EN ELEMENTOS BAJO NIVEL DEL SUELO
 - HORMIGÓN SIMPLE EN REPLANTILLO Y MURO, $f_c=180 \text{ kg/cm}^2$
 - EL RELLENO SERÁ CON SUB BASE CLASE 3 Y PIEDRA ROLA EN LOS PUNTOS ESPECIFICADOS
 - SOLDADURA CON ELECTRODO 70/18 Fy=4200kg/cm2
 - ACERO ESTRUCTURAL CON Fy=4200kg/cm2
 - ¡MUY IMPORTANTE! BAJO NINGUN CONCEPTO LOS ELEMENTOS TALES COMO VIGAS Y COLUMNAS SERÁN AFILADEZADOS POR TUBOS O PAQUETES DE TUBOS DE CUALQUIER TIPO DE INSTALACIÓN.
- CÓDIGOS USADOS**
 ACI 318-14 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE NORMA DE SOLDADURA AHS
 NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, NEC2015

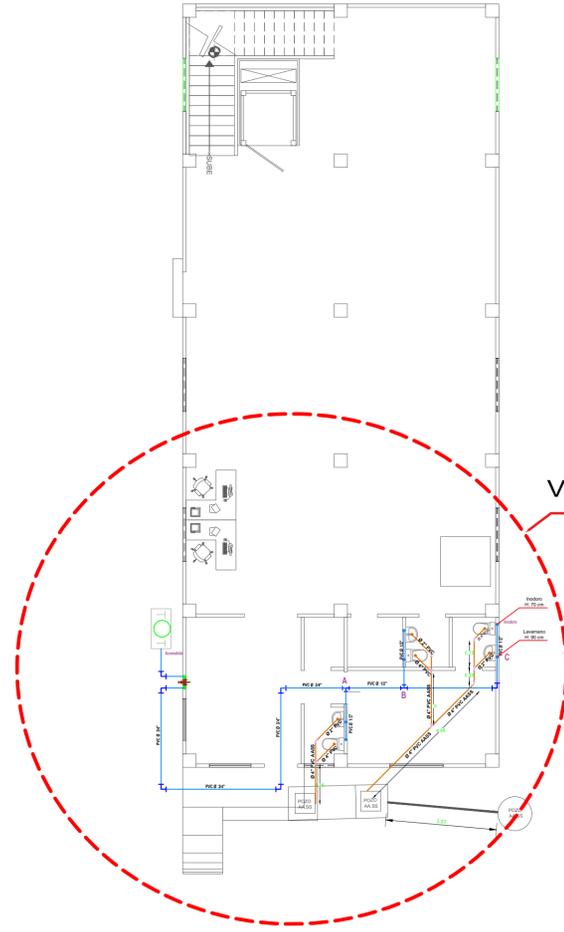


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE BODEGA PARA ARCHIVOS DOCUMENTALES PASIVOS DE SOLCA NÚCLEO PORTOVIEJO, MANABÍ

CONTENIDO:
VIGAS PRIMERA PLANTA Y LOSA

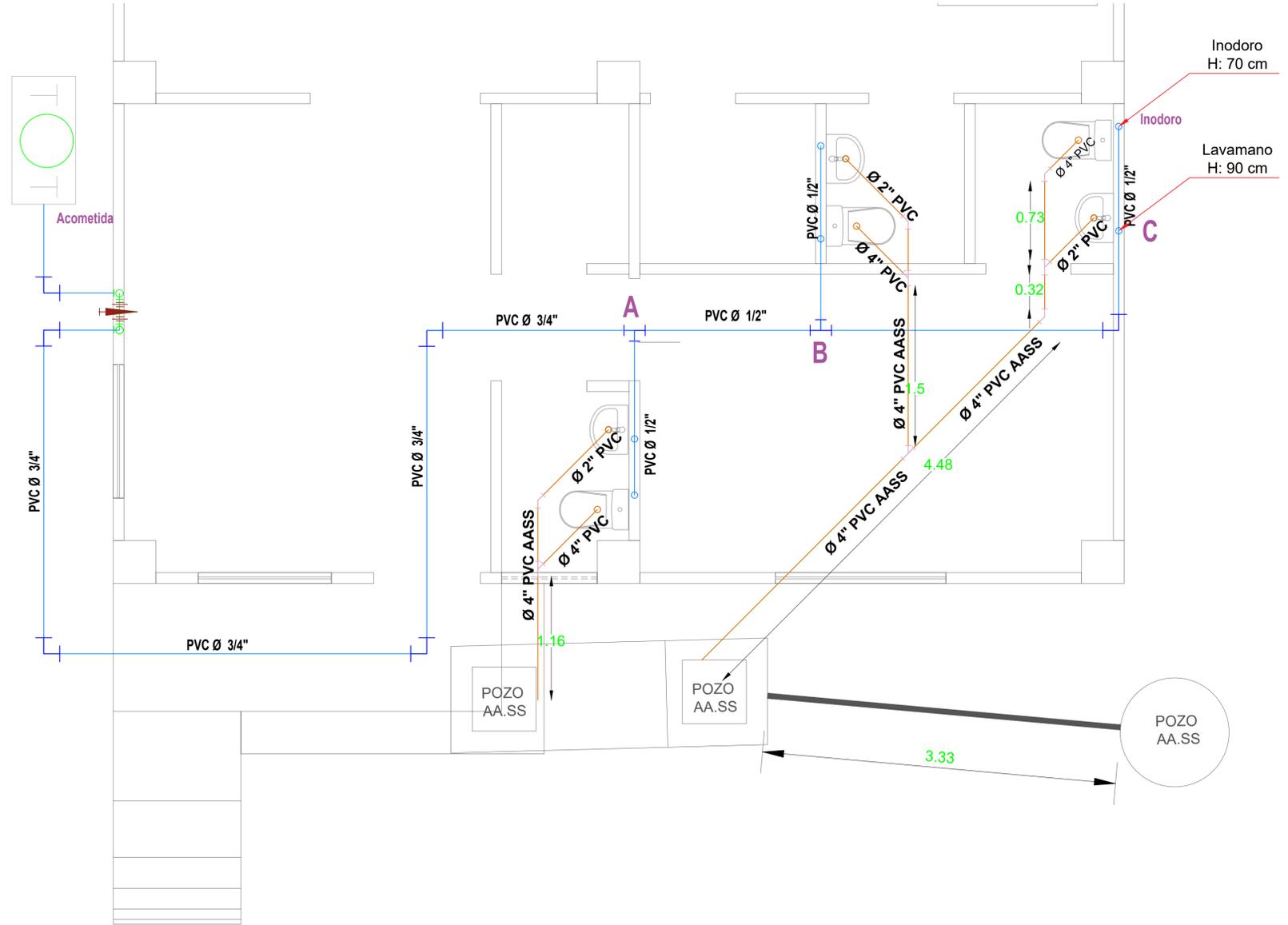
Coordinador de Materia Integradora: PHD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Guillermo Muñoz - Arq. Eunice Lindao - MSc. Francisco Grau	Estudiantes: - Ana Cajape - Joel Viteri	Fecha de Entrega: 11 enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Samantha Hidalgo	Lámina: E/24	Escala: indicada	



Ver Detalle 1

Planta hidrosanitaria

ESC: 1:100



Detalle 1

ESC: 1:25

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	RED DE AGUA FRÍA
	RED DE AGUA CALIENTE
	CODO DE 90°
	T EE
	GRIFO
	GRIFO DE RIEGO
	CODO 90° SUBE
	CODO 90° BAJA
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	MEDIDOR DE AGUA
	VÁLVULA CHECK
	LLAVE DE INTERRUPCIÓN GENERAL
	RED DE AGUA SERVIDA
	CAJA DE REGISTRO
	YEE AASS
	CODO DE 90° AASS
	CODO DE 45° AASS

PLANILLA			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	
AGUA POTABLE			
TUBO PVC Ø 3/4"	13.79	m	
TUBO PVC Ø 1/2"	14.54	m	
CODO 90° Ø 3/4"	5	u	
CODO 90° Ø 1/2"	4	u	
TEE Ø 1/2"	4	u	
TEE reductora Ø 3/4" → Ø 1/2"	1	u	
VÁLVULA DE COMPUERTA	1	u	
AGUA SERVIDA			
TUBO PVC Ø 4"	11.87	m	
TUBO PVC Ø 2"	2.43	m	
CODO 90° Ø 4"	3	u	
CODO 90° Ø 2"	3	u	
CODO 45° Ø 4"	2	u	
CODO reductor 45° Ø 4" → Ø 2"	2	u	
YEE Ø 4"	2	u	
YEE reductora Ø 4" → Ø 2"	2	u	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
1.- RESISTENCIA HORMIGÓN A COMPRESIÓN $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ EN CIMENTACIÓN Y ESCALERA	
2.- RESISTENCIA HORMIGÓN SIMPLE A COMPRESIÓN $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ COLUMNAS	
3.- RESISTENCIA HORMIGÓN SIMPLE A COMPRESIÓN $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ CADENA Y VIGAS	
4.- LA LONGITUD DE LAS VARILLAS SERA MAXIMA 12METROS.	
5.- AL MENOS 1METRO ANTES DE LA LONGITUD MAXIMA DE LA VARILLA DEBE TRASLAPARSE	
6.- LOS TRASLAPES SE REALIZARAN FUERA DE LAS ZONAS CONFINADAS	
7.- ACERO CORRUGADO DE REFUERZO CON RESISTENCIA A FLUENCIA $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	
8.- TRASLAPES MÍNIMO 50 DIÁMETROS	
9.- RECUBRIMIENTOS 4 cm EN COLUMNAS	
10.- RECUBRIMIENTOS 4 cm EN VIGAS DE AMARRES	
11.- RECUBRIMIENTOS 7.5 cm EN ELEMENTOS BAJO NIVEL DEL SUELO	
12.- HORMIGÓN SIMPLE EN REPLANTILLO Y MURO, $f_c=180 \text{ kg/cm}^2$	
13.- EL RELLENO SERA CON SUB BASE CLASE 3 Y PIEDRA BOLA EN LOS PUNTOS ESPECIFICADOS	
14.- SOLDADURA CON ELECTRODO 70/18 $FY=4200 \text{ kg/cm}^2$	
15.- ACERO ESTRUCTURAL CON $FY=4200 \text{ kg/cm}^2$	
16.- ¡MUY IMPORTANTE!	
BAJO NINGÚN CONCEPTO LOS ELEMENTOS TALES COMO VIGAS Y COLUMNAS SERÁN ATRAVEZADOS POR TUBOS O PAQUETES DE TUBOS DE CUALQUIER TIPO DE INSTALACIÓN.	
CÓDIGOS USADOS	
ACI 318-14 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE	NORMA DE SOLDADURA AWS
NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, NEC2015	

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE BODEGA PARA ARCHIVOS DOCUMENTALES PASIVOS DE SOLCA NÚCLEO PORTOVIEJO, MANABÍ			
CONTENIDO: HIDROSANITARIO AAPP Y AASS			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Guillermo Muñoz - Arq. Eunice Lindao - MSc. Francisco Grau	Estudiantes: - Ana Cajape - Joel Viteri	Fecha de Entrega: 11 enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: MSc. Samantha Hidalgo	Lámina: E 4/4	Escala: indicada	