



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS
CONSTRUCTIVOS ENTRE UNA
ESTRUCTURA MIXTA Y UNA DE
CONCRETO ARMADO PARTIENDO DEL
DISEÑO ESTRUCTURAL**

Autor (es):

Castellano G. Beatriz J.

Marrero B. Alexandra de los A.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS CONSTRUCTIVOS ENTRE UNA
ESTRUCTURA MIXTA Y UNA DE CONCRETO ARMADO PARTIENDO DEL
DISEÑO ESTRUCTURAL**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autor (es):

Castellano G. Beatriz J.

C.I: 27.372.946

Marrero B. Alexandra de los A.

C.I: 29.849.756

Tutor:

Ing. Alejandro Pocaterra

San Diego, julio de 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Estudio comparativo de costos constructivos entre una estructura mixta y una de concreto armado partiendo del diseño estructural

Realizado por el (la) Br. Beatriz Castellano

C.I. N° 27.372.946 cursante de la carrera de _____

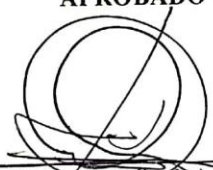
hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral,

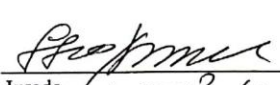
considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:


APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Roberto Escobedo
C.I.: 912021


Jurado
Nombre: Luis Rodríguez
C.I.: 15148856


Jurado
Nombre: Monica Figueroa
C.I.: 17515790



Fecha: 05/09/2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Estudio comparativo de costos constructivos entre una estructura mixta y una de concreto armado partiendo del diseño estructural

Realizado por el (la) Br. Alexandra Marrero
C.I. N° 29.849.756 cursante de la carrera de _____

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: BEJENOR T. RODRIGUEZ
C.I.: 712087

[Signature]
Jurado
Nombre: CAS F. RODRIGUEZ
C.I.: 15147806

[Signature]
Jurado
Nombre: HEINER FIGUEROA
C.I.: 17315776

Fecha: 06 / 09 / 2023





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI L 009 2022-3CR TG

Valencia, 14 de abril de 2023

Ciudadanos:

CASTELLANO GARCÍA, BEATRIZ JOSÉ

27.372.946

MARRERO BARRIOS, ALEXANDRA DE LOS ANGELES

29.849.756

Presente -

Cumplo con informarles que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 04-2023 de fecha 09/02/2023 aprobó el proyecto de grado titulado:

Estudio comparativo de costos constructivos entre una estructura mixta y una de concreto armado partiendo del diseño estructural.

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Alejandro Francisco Pocaterra Bonilla, titular de la cédula de identidad V- 7.109.571

Atentamente

Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quien suscribe, Ingeniero Alejandro Pocaterra, portador de la cédula de identidad N° 7.109.571, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por las ciudadanas Beatriz José Castellano García portador de la cédula de identidad N° 27.372.946 y Alexandra de los Angeles Marrero Barrios portador de la cédula de identidad N° 29.849.756, titulado **“ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS CONSTRUCTIVOS ENTRE UNA ESTRUCTURA MIXTA Y UNA DE CONCRETO ARMADO PARTIENDO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los ocho (8) días del mes de Junio del año dos mil veintitrés (2023).

Ing. Alejandro Francisco Pocaterra Bonilla

C.I: 7.109.571

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, queremos agradecer a Dios, por nunca abandonarnos, permitirnos estar aquí, cumpliendo un sueño que en un momento vimos lejos pero que ya hoy es una realidad, con vida, salud y sabiduría para recorrer el camino de nuestra carrera universitaria y por permitirnos la oportunidad de desarrollar este trabajo de grado juntas.

A nuestro tutor, el ingeniero Alejandro Pocaterra, gracias por ser más que un profesor un amigo y un colega, gracias por la dedicación y paciencia con la que nos impartiste sus conocimientos, experiencias y aprendizaje. También, por confiar en nosotras, por incentivarnos a hacer de nuestro trabajo de investigación algo cada día mejor y por ser un buen guía a lo largo estos meses, respondiendo nuestras preguntas y brindándonos orientación valiosa, lo que ayudó a alcanza esta meta académica.

A nuestros profesores, gracias porque cada uno hizo un aporte en la obtención de conocimientos que hemos tenido a lo largo de nuestra carrera universitaria para que este trabajo de grado se hiciera realidad, logrando una experiencia única en la carrera, dedicando tiempo y esfuerzo para impartirnos sus conocimientos y aportar a nuestro crecimiento tanto profesional como personal.

A la Universidad José Antonio Páez, por abrirnos sus puertas y ser nuestra casa de estudio durante todos estos años y formarnos como profesionales para convertirnos en grandes ingenieros civiles.

Sin más, gracias a cada uno de ustedes, por contribuir en nuestro aprendizaje constante para lograr cumplir esta meta, sin ustedes no podríamos estar logrando este gran sueño.

DEDICATORIA

Nuestro trabajo de grado está dedicado a:

A mis padres, Sandra García y Rafael Castellano, quienes han sido mi pilar fundamental desde siempre, con mucho amor me han apoyado incondicionalmente en todo momento, han estado ahí, dándome la confianza para tomar cada decisión en la vida, han sido mi ejemplo a seguir en todos los aspectos. Sin dudarlos han sido partícipes de este logro

A mi hermano, Santiago Castellano, quien ha estado junto a mí a lo largo de este camino, siempre sacándome una sonrisa con alguna ocurrencia y demostrándome completamente su apoyo y compañía.

A mi abuela, Beatriz Palomino, por estar pendiente de mí en cada día de estudio y cada noche de desvelo, ayudándome y deseando lo mejor para mí, por siempre pedirle a Dios que me guíe en este camino.

A mi familia, cada uno de ustedes han estado para mí en algún punto de este recorrido, con consejos muy acertados y dispuestos a apoyarme cuando lo necesito. En especial a mi tío, Vicente García, fue el primero en incentivar me al cambio que me permite estar hoy aquí y ha sido un apoyo fundamental para lograrlo.

A mis amigos, a los que he adquirido en distintas etapas de mi vida y a los que me deja la universidad, quienes han estado para escucharme en cada momento de colapso y para celebrar en cada momento de felicidad, nos hemos apoyado mutuamente siempre que lo necesitamos. Todos han hecho de la carrera universitaria un proceso mucho más divertido.

A mi compañera de tesis, Alexandra Marrero, por ser mi amiga, compañera y guía en muchas cosas, por estar ahí en todos tanto en los logros como en los momentos de desafío, por escucharme en cada cosa que se me ocurre y por nunca dudar que podíamos lograrlo. Juntas hemos hecho un equipo genial en esta travesía llamada trabajo de grado.

Beatriz Castellano

Nuestro trabajo de grado va dedicado con mucho cariño:

A mis padres, Corina Barrios y Alexander Marrero porqué a lo largo de los años me han visto crecer, me han enseñado, guiado y protegido, han sido un apoyo fundamental a lo largo de este camino. Además, me ha ayudado, dado fuerzas en los momentos más difíciles de la carrera, sin dejar atrás su motivación, sacrificios, inspiración, consejos y esfuerzo que hacen día a día, para

que junto a mi hermana logremos cumplir nuestras metas, su amor y dedicación constante, claro y la paciencia porqué me han tenido muchísima en las circunstancias de estrés estos meses.

A mi tía, Teresa Bernal, por haberme apoyado cuando tomé la decisión de estudiar esta bella carrera, por haber estado en cada etapa confiando en mí, motivando y dando buenos consejos, que, aunque no estuviéramos hablando siempre o viéndonos constantemente, nunca la sentí ausente, siempre hemos tenido ese cariño especial una con la otra desde que nací. También, estuvo ahí junto a mis papás siendo uno, es un ejemplo de trabajo duro y perseverancia, estos meses ha estado acompañándome y dándome fuerzas para lograrlo.

A mis Abuelos, Margarita Hernández y Jorge Bernal, ellos son tan especiales, consentidores y amorosos, no sé qué sería de mi vida sin ustedes. Sin dejar de mencionar, porque buscan lo mejor para mí, por tenerme en sus oraciones, cuidándome siempre.

A mi hermana, Camila Marrero, quien ha sido acompañante todos estos meses, por darme ese apoyo moral en todas las situaciones tanto buenas como malas y noches de desvelo, con paciencia, amor e incondicionalidad.

A mi familia, por su apoyo moral, por confiar en mí, por los buenos consejos que cada una me ha dado a lo largo de mi vida, por su cariño y por estar presente.

A mis amigos, por hacer que la vida en la universidad sea más bonita, quienes en cada momento difícil estos meses donde no le veíamos salida conseguíamos una para que todos juntos lo lográramos, por los infinitos ratos de risas, le pido a Dios que cada uno de nosotros logremos todo lo que queremos en esta vida.

A mi compañera de Tesis, Beatriz Castellano, por juntas lograr estos meses terminar este trabajo de grado, por ser una buena amiga, compañera a lo largo de la carrera y consejera en demasiadas cosas, que, aunque no estamos desde el primer semestre juntas, una vez que nos conocimos fue un junte inseparable, nos apoyamos mutuamente y eso es lo más bonito de todo.

Alexandra Marrero

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
RESUMEN INFORMATIVO.....	xxi
ABSTRACT	xxii
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	7
1.3 Objetivos de la Investigación.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
1.4 Justificación de la investigación.....	8
1.5 Alcance y Limitaciones.....	9
 II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Bases Teóricas.....	15
2.2.1. Concreto.....	15
2.2.1.1 Concreto Armado.....	16
2.2.1.2 Propiedades Fundamentales del Concreto.....	16
2.2.1.3 Elementos Estructurales de Concreto.....	16
2.2.1.4 Sistemas de Concreto.....	17
2.2.2 Acero Estructural.....	17
2.2.2.1 Propiedades del Acero Estructural.....	17
2.2.2.2 Elementos en Acero Estructural.....	18
2.2.3 Estructuras Mixtas.....	18
2.2.3.1 Sistemas Mixtos más comunes.....	19

2.2.4 Diseño Estructural.....	20
2.2.4.1 Análisis de Cargas.....	20
2.2.4.2 Predimensionado de Elementos Estructurales.....	22
2.4.3 Verificación de Rigidez de la Estructura a través de software de Calculo Estructural.....	23
2.2.5 Costos Constructivos.....	23
2.2.5.1 Presupuesto de Obra.....	23
2.2.5.2 Cómputos Métricos.....	24
2.2.5.3 Análisis de Precios Unitarios (APU).....	24
2.2.5.4 Factor de Costos Asociados al Salario (FCAS).....	24
2.2.5.5 Planificación de Obra.....	24
2.2.5.6 Métodos para el Control de Obra.....	25
2.2.5.7 Control de Calidad en Obra.....	26
2.2.6 Indicadores de Gestión de Obras.....	26
2.2.6.1 Cuadro de Mando Integral.....	26
2.3 Bases Legales.....	27
2.4 Definición de Términos.....	31

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación.....	32
3.2 Diseño de la Investigación.....	33
3.3 Nivel de la investigación.....	33
3.4. Población y muestra.....	34
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.5.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	35
3.5.1.1. Revisión Documental.....	35
3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	35
3.5.2.1 Fichas.....	36

3.7. Técnicas de análisis de resultados.....	36
3.8. Fases metodológicas.....	37

IV RESULTADOS

4.1 Diseño de una estructura mixta y esta misma en concreto armado, utilizando el software de análisis estructural ETABS.....	39
4.1.1 Diseño de Estructura en Concreto Armado.....	39
4.1.2 Diseño de Estructura Mixta.....	55
4.2 Establecimiento de los costos constructivos incluyendo maquinaria, equipo, mano de obra y materiales, para las dos estructuras diseñadas.....	63
4.2.1 Costos de la estructura en Concreto Armado.....	63
4.2.1.1 Costos de Infraestructura.....	63
4.2.1.2 Costos de Superestructura.....	68
4.2.2 Costos de la estructura Mixta.....	72
4.2.2.1 Costos de Infraestructura.....	72
4.2.2.2 Costos de Superestructura.....	77
4.3 Comparación de los costos constructivos entre la estructura mixta y la de concreto armado.....	83
4.3.1 Materiales, Equipos y Mano de Obra.....	83
4.3.2 Costos de Construcción.....	85
4.3.3 Duración de la Obra.....	86
4.4 Definición de los distintos indicadores de gestión de obras, para las dos estructuras planteadas.....	87
4.4.1 Indicadores de Gestión de Obras.....	87
4.4.1.1 Indicadores con Enfoque Financiero.....	88
4.4.1.2 Indicadores con Enfoque al Cliente.....	88
4.4.1.3 Indicadores con Enfoque a los Procesos Internos...	89
4.4.1.4 Indicadores con Enfoque a los Recursos Humanos.	90
4.4.2 Cuadro de Mando Integral.....	90

CONCLUSIONES..... 93
RECOMENDACIONES..... 95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 96
APÉNDICES..... 100

ÍNDICE DE FIGURAS

DESCRIPCIÓN

FIGURA		pp.
1	Tabla 5.1 Mínimas cargas distribuidas variables sobre entrepisos kgf/m ²	21
2	Combinaciones de Cargas de Diseño para Concreto Armado.....	22
3	Combinaciones de Cargas de Diseño para Acero Estructural	22
4	Modelo estructural de concreto armado.....	39
5	Tabla 9.6.1: Altura mínima de vigas o espesor de losas	41
6	Tabla 4.3: Peso Unitario probables de Elementos Constructivos.....	42
7	Secciones finales de Vigas y Columnas. Modelo en concreto armado....	43
8	Tabla 4. Factor de importancia y periodos medios de retorno para sismo de diseño.....	43
9	Tabla 7. Clase de sitio de los perfiles geotécnicos.....	44
10	Tabla 11. Factores de condición topográfica.....	45
11	Tabla 12. Factores de profundidad del basamento rocoso.....	45
12	Tabla 19. Parámetros componente sísmica vertical.....	47
13	Tabla 18. Valores del periodo característico.....	48
14	Espectro de diseño	49
15	Periodos y masas participativas provenientes del modelo en concreto armado.....	51
16	Tabla 25: Valores límites de la relación de derivas.....	51
17	Diagrama de interacción de la columna (35cmx35cm). Modelo en concreto armado.....	52
18	Modelo de estructura mixta acero-concreto	55

19	Peso encofrado colaborante con 10 cm de concreto.....	56
20	Separación entre apoyos según cargas admisibles.....	56
21	Especificaciones de Malla Electrosoldada.....	57
22	Catálogo de perfiles CONDUVEN.....	57
23	Periodos y masas participativas. Modelo mixto.....	60
24	Detalle de Lamina de Encofrado Colaborante.....	61
25	Presupuesto de infraestructura. Modelo en concreto armado.....	64
26	Presupuesto de infraestructura. Modelo en concreto armado. Continuación.....	65
27	Materiales para infraestructura. Modelo en concreto armado.....	65
28	Equipos para infraestructura. Modelo en concreto armado.....	65
29	Equipos para infraestructura. Modelo en concreto armado. Continuación.....	66
30	Mano de obra para infraestructura. Modelo en concreto armado.....	66
31	Presupuesto para la superestructura. Modelo en concreto armado.....	69
32	Materiales para superestructura. Modelo en concreto armado.....	70
33	Equipos para superestructura. Modelo en concreto armado.....	70
34	Mano de obra para superestructura. Modelo en concreto armado.....	71
35	Presupuesto para la infraestructura. Modelo mixto.....	73
36	Presupuesto para la infraestructura. Modelo mixto. Continuación.....	74
37	Materiales para la infraestructura. Modelo mixto.....	74
38	Equipos para la infraestructura. Modelo mixto.....	75
39	Mano de obra para la infraestructura. Modelo mixto.....	75

40	Presupuesto para superestructura. Modelo mixto.....	78
41	Presupuesto para superestructura. Modelo mixto. Continuación.....	79
42	Materiales para la superestructura. Modelo mixto.....	80
43	Materiales para la superestructura. Modelo mixto. Continuación.....	80
44	Equipos para la superestructura. Modelo mixto.....	80
45	Mano de obra para superestructura. Modelo mixto.....	80

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Especificaciones del concreto. Modelo en concreto armado.....	40
2	Especificaciones del acero de refuerzo. Modelo en concreto armado.....	40
3	Cargas Gravitacionales. Modelo en concreto armado.....	41
4	Peso Propio de cada elemento estructural. Modelo en concreto armado..	41
5	Dimensiones obtenidas por predimensionado. Modelo en concreto armado.....	42
6	Dimensiones finales de las columnas de entrepiso y techo. Modelo en concreto armado.....	42
7	Resultados del cálculo del cortante basal y verificación del coeficiente sísmico. Modelo en concreto armado.....	50
8	Valores de Derivas. Modelo en concreto armado.....	51
9	Acero en las vigas. Modelo en concreto armado.....	52
10	Acero en las columnas. Modelo en concreto armado.....	52
11	Acero Losa Nervada. Modelo en concreto armado.....	53
12	Secciones finales de Fundaciones, Viga de riostra y Pedestales. Modelo en concreto armado.....	53
13	Acero de Fundaciones, vigas de riostra y pedestal. Modelo en concreto armado.....	54
14	Ubicación de las fundaciones y pedestales. Modelo en concreto armado.....	54
15	Especificaciones del concreto. Modelo mixto.....	56
16	Cargas Gravitacionales. Modelo mixto.....	57

17	Secciones de vigas obtenidas por Predimensionado. Modelo mixto.....	58
18	Secciones de las correas obtenidas por predimensionado. Modelo mixto.	58
19	Dimensiones finales de vigas, correas y arriostramiento. Modelo mixto..	58
20	Dimensiones finales de las columnas. Modelo mixto.....	59
21	Valores de Derivas. Modelo mixto.....	60
22	Dimensiones de fundaciones, viga de riostra y pedestal. Modelo mixto..	61
23	Acero en fundaciones, viga de riostra y pedestal. Modelo mixto.....	62
24	Ubicación de las fundaciones correspondiente. Modelo mixto.....	62
25	Valor de Factor de costos asociado al salario.....	63
26	Duración de las partidas según rendimiento teórico para fundaciones. Modelo en concreto armado.....	66
27	Duración de las partidas según rendimiento teórico para superestructura. Modelo en concreto armado.....	71
28	Duración de las partidas según rendimiento teórico para las fundaciones. Modelo mixto.....	76
29	Duración de las partidas según rendimiento teórico para la superestructura. Modelo mixto.....	81
30	Cuadro Comparativo de costos Materiales.....	84
31	Cuadro Comparativo de costos Equipos.....	84
32	Cuadro Comparativo de costos Mano de Obra.....	84
33	Cuadro Comparativo de Costos de Construcción	85
34	Cuadro Comparativo de Duración de Obra.....	87
35	Indicadores de Gestión de Obras. Enfoque Financiero	88
36	Indicadores de Gestión de Obras. Enfoque al Cliente.....	89
37	Indicadores de Gestión de Obras. Enfoque a los Procesos Internos.....	89
38	Indicadores de Gestión de Obras. Enfoque a los Recurso Humanos.....	90

39	Cuadro de Mando Integral con Indicadores de Gestión de Obras.....	91
-----------	---	-----------

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Diagrama de Gantt para infraestructura. Modelo en concreto armado.....	68
2	Diagrama de Gantt para superestructura. Modelo en concreto armado....	73
3	Diagrama de Gantt para infraestructura. Modelo mixto.....	78
4	Diagrama de Gantt para superestructura. Modelo mixta.....	83



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA

**ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS CONSTRUCTIVOS ENTRE UNA
ESTRUCTURA MIXTA Y UNA DE CONCRETO ARMADO PARTIENDO DEL
DISEÑO ESTRUCTURAL**

Autor(es): Castellano G. Beatriz J.

Marrero B. Alexandra de los A

Tutor: Ing. Alejandro Pocaterra

Fecha: Julio, 2023

RESUMEN INFORMATIVO

La presente investigación presenta un “Análisis comparativo de Costos Constructivos entre una Estructura Mixta y una de Concreto Armado partiendo del Diseño Estructural”. Esta tiene fundamento al observar que a pesar de los avances existentes a nivel mundial en la industria de la construcción, con materiales y técnicas innovadoras que hacen las obras cada vez más rentables y fáciles de ejecutar, Venezuela no está del todo a la par con esta realidad, ya que la mayoría de las construcciones se siguen realizando con métodos tradicionales como el concreto armado, que sin duda trae múltiples ventajas, sin embargo en varios países de Latinoamérica y el Mundo se está haciendo uso de las estructuras mixtas acero-concreto, en las que se unifican las propiedades de cada elemento de manera que uno aporte aquellas características de las cuales el otro carece. Es por esto que se busca realizar un estudio comparativo de costos constructivos, entre una estructura mixta y una de concreto armado partiendo del diseño estructural, con el cual se pueda hacer tangible la posibilidad de utilización de otro tipo de estructuras en las condiciones en las que sean más beneficiosas. En cuanto a la metodología la investigación corresponde a una de tipo comparativo, con un diseño de campo y de carácter descriptivo. El estudio contó con técnicas e instrumentos de recolección de datos como el uso de fichas para realizar la revisión documental de normas y especificaciones técnicas y diferentes bibliografías. En función a los objetivos planteados, se obtuvieron como resultados principales que la estructura mixta es un 5% más costosa que su modelo similar en concreto armado, a la par que es un 62% más rápida de ejecutar, por lo tanto, dependerá de las condiciones del proyecto evaluar cual es el método constructivo que más se adapta a los requerimientos.

Descriptor: estructuras mixtas, concreto armado, acero estructural, costos constructivos, análisis comparativo, calculo estructural, indicadores de gestión.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA

**COMPARATIVE ANALYSIS OF CONSTRUCTION COSTS BETWEEN A
COMPOSITE STRUCTURE AND A REINFORCED CONCRETE STRUCTURE BASED
ON STRUCTURAL DESIGN**

Author(s): Castellano G. Beatriz J.

Marrero B. Alexandra de los A

Tutor: Ing. Alejandro Pocaterra

Date: July, 2023

ABSTRACT

This research presents a "Comparative Analysis of Construction Costs between a Composite Structure and a Reinforced Concrete Structure based on Structural Design". This is based on the observation that in spite of the existing advances worldwide in the construction industry, with innovative materials and techniques that make the works more and profitable and easy to execute, Venezuela is not entirely at par with this reality, since most of the constructions are still carried out with traditional methods such as reinforced concrete, However, in several countries of Latin America and the world, composite steel-concrete structures are being used, in which the properties of each element are unified in such a way that one provides those characteristics that the other lacks. For this reason, a comparative study of construction costs between a composite structure and a reinforced concrete structure is sought, starting from the structural design, in order to make tangible the possibility of using other types of structures in the conditions in which they are more beneficial. Regarding the methodology, the research corresponds to a comparative type, with a field design and descriptive character. The study included data collection techniques and instruments such as the use of data sheets for the documentary review of standards and technical specifications and different bibliographies. According to the objectives set, the main results obtained were that the composite structure is 5% more expensive than its similar model in reinforced concrete, while it is 62% faster to execute, therefore, it will depend on the conditions of the project to evaluate which construction method is best suited to the requirements.

Keywords: composite structures, reinforced concrete, structural steel, construction costs, comparative analysis, structural calculation, management indicators.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria construcción se encuentra en constante evolución, utilizando nuevos materiales, equipos, métodos constructivos y de diseño estructural. Esto se ha venido presentando en búsqueda de estructuras más rentables, sostenibles, tiempos de ejecución menores, mejor resistencia ante determinadas solicitudes y otros aspectos. De este modo, muchos países del mundo ya cuentan con las estructuras mixtas como una técnica constructiva común, ya que ofrece múltiples ventajas en determinados proyectos como mejor capacidad sismorresistente, menor peso en las estructuras y en algunos casos menores costos; que además al ser calculadas correctamente aportan las propiedades beneficiosas de cada material, tanto el acero estructural como el concreto.

Sin embargo, en Venezuela en estos momentos este avance no es tan notorio siendo visible que la mayoría de las edificaciones se siguen realizando en concreto armado, el cual es un material que de igual forma aporta múltiples beneficios pero que para determinadas edificaciones puede no ser el más apropiado. Debido a esto, es primordial que en el país el ámbito de las obras civiles se una a esta evolución que existe en el mundo, abriéndose a la posibilidad de utilizar en mayor magnitud las estructuras mixtas o cualquier otro método constructivo.

Según lo mencionado anteriormente, la presente investigación busca realizar un estudio comparativo de una edificación tipo, desarrollando su cálculo y diseño en concreto armado y como una estructura mixta, buscando inicialmente determinar que método es el más adecuado para las condiciones y solicitaciones elegidas y por lo tanto ser un referente para futuros lectores acerca de la posibilidad de utilizar este tipo de construcción. De esta manera, el presente trabajo de grado se estructuró en cuatro capítulos, en los cuales se expresa toda la información detallada para sustentar el mismo, dichos capítulos se detallan a continuación:

Inicialmente, en el capítulo I se analiza todo lo relacionado con la problemática existente relacionada con el poco conocimiento y uso de las estructuras mixtas en Venezuela; parte con el planteamiento de la misma y posterior formulación, así como, los objetivos generales y específicos que se definieron para llevar a cabo el proyecto y finalmente, se determinan tanto la justificación de la investigación como sus limitaciones y alcances.

Por otra parte, en el capítulo II se desarrolla todo lo relacionado con el basamento teórico de la investigación, comenzando por los estudios previos que generaran un aporte y sirven como antecedentes del mismo, además se explican ciertos conceptos que serán claves, relacionados a términos que pudieran dejar en el lector dudas sobre su significado para éste trabajo, y así son determinantes en el desarrollo del proyecto; sirviendo como bases teóricas, así como las leyes y normativas que sustentan la investigación como bases legales y por último, se realizó la definición de varios términos básicos utilizados durante la misma.

Seguidamente, en el capítulo III se expresa lo concerniente al marco metodológico de la investigación, el cual plantea el enfoque que se le dará a la misma y el procedimiento a seguir para desarrollarla de manera correcta, esto a través del establecimiento de tipo, diseño y nivel de la investigación, población y muestra, así como, las técnicas de recolección de datos y su posterior análisis, culminando con la propuesta de fases metodológicas; las cuales son el resultado de la explicación del cómo se piensa alcanzar cada objetivo específico y general, lo cual determina cómo se realizará la investigación.

Por último, en el capítulo IV se indica lo referido al análisis de los resultados, los cuales están directamente relacionados con las fases metodológicas ya definidas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Actualmente los procesos constructivos se encuentran en un constante avance en concordancia con el desarrollo tecnológico e industrial que se ha venido dando en el mundo desde hace muchos años. En el ámbito estructural de la ingeniería civil este avance no se ha quedado atrás, es posible notar el surgimiento de nuevos materiales y la evolución de los ya existentes, lo cual da como resultado el mejoramiento de la calidad de vida de las personas o el poder conservarse a lo largo de los años y el perfeccionamiento de los sistemas estructurales ya que, estos están íntimamente relacionados con los materiales que los componen y los procedimientos que se implementan para trabajarlos, así de esa manera, obtener resultados óptimos y confiables en cuanto a resistencia, tiempos de ejecución, economía en los diferentes costos de inversión y rentabilidad de las obras.

Desde finales del siglo XIX comenzó a utilizarse el concreto armado para estructuras como techos, paredes, bóvedas y tubos debido a que se logró determinar las características de su comportamiento y que llegaron a ser muy beneficiosas para las construcciones, a partir de allí; ha llegado a convertirse en una de las principales técnicas constructivas en el mundo. En relación a lo anterior se puede resaltar lo expuesto por Yépez (2017), quien afirma que:

El hormigón armado ha sido uno de los materiales de construcción más empleados a lo largo de la historia más reciente. Puentes, presas, túneles, edificios y otras muchas infraestructuras y supra estructuras de todo el mundo, han empleado esta técnica por, entre otras muchas ventajas, su alta resistencia a las vibraciones y a las altas temperaturas. (párr.1)

Además de esto, desde la antigüedad también aparece el acero, teniendo participación en la industria de la construcción en el siglo XIX un material que permite tener distintas aplicaciones por sus propiedades físicas y mecánicas. De esta forma lo indica Carreón (2020, sección Ampliaciones de estructuras metálicas existentes. párr. 1): “Gracias a las ventajas antes mencionadas de los aceros estructurales se pueden hacer ampliaciones a estructuras ya existentes, por ejemplo, hacer ampliaciones a estructuras ya existentes, por ejemplo, a edificios”,

dando mayor seguridad a las edificaciones principalmente cuando están expuestas a cambios climáticos, sismos o sobrecarga.

Sin embargo, con el pasar del tiempo han ido apareciendo nuevos métodos y materiales para ser utilizados en la ingeniería, entre los cuales resaltan las estructuras mixtas, compuestas de perfiles de acero estructural y de mezclas de concreto ciclópeo, siendo este el concreto tradicional integrado con grandes piedras, ya que en muchos casos, trae ventajas a los procesos constructivos, puesto que puede llegar a mejorar los tiempos de ejecución, son adaptables durante el tiempo de vida útil de la edificación, permite mayores luces aparentemente y; se obtienen mejores acabado, fácil transporte y montaje a la obra, al punto de que se ha presentado como una alternativa eficiente y rápida al diseño de distintos de obras de concreto armado.

Por esto, poco a poco a nivel mundial se comienza a implementar en las obras de ingeniería civil este tipo de método estructural, mostrando una buena aceptación cada vez que lo aplicaban en diversas obras, destacándose en Europa y EEUU, en este último se popularizó de varias formas obteniendo que el concreto y el acero puedan lograr una adecuada combinación para una buena edificación, con relación a lo antes mencionado, Romea (2016) en su artículo para el Instituto Global de Tecnología, lo explica:

Cuando en los EEUU, se empiezan a popularizar los edificios en altura, con estructura metálica, a mitad de la década de los años 50 del siglo XX, se ponen a punto los forjados mixtos a partir de la patente de la unión entre la chapa grecada que, actuando como encofrado, recibe el hormigón fresco y el perfil laminado en caliente, mediante una conexión que permite que los dos materiales puedan trabajar conjuntamente. (párr.7)

De igual manera, es interesante notar algunas ventajas que tienen las estructuras mixtas sobre las tradicionales, las cuales son realizadas de concreto armado y; que han llegado a ser utilizadas en grandes estructuras; en distintos lugares alrededor del mundo e incluso en Latinoamérica con gran éxito, teniendo un aprovechamiento de sus beneficios, ayudando a construir de forma más económica en cada país de Latinoamérica, los cuales implementan este método constructivo, conociendo los avances que cada día aparecen en la industria.

Por consiguiente, a pesar de que en Latinoamérica se implementa, en Venezuela es muy poca la utilización que se le da a estas estructuras es comparación a las elaboradas en concreto armado solamente, debido al poco manejo del cálculo y diseño de las mismas, proceso de construcción aparentemente más difíciles de realizar, necesidad de mano de obra calificada,

equipos y maquinarias especiales, y todo esto englobado en la problemática de construir obras dentro del análisis de costos y que forma parte de esta investigación.

Como se ha mencionado anteriormente, las estructuras mixtas en el mundo han tenido relevancia a lo largo de los años, ya que se ve como la optimización de los beneficios del concreto y el acero o en su combinación el aprovechamiento de sus cualidades, siendo una técnica bastante utilizada principalmente para edificaciones de gran tamaño ya que, permiten planos abiertos, luces más grandes y mayor flexibilidad a los propietarios de la edificación. Esto se evidencia en lo explicado por León (2018), quien explica que:

Las estructuras mixtas son las más usadas en edificios de más de 25 a 30 pisos, en la mayor parte del sudeste de Asia, incluyendo China; y en muchas otras áreas del mundo por diversas razones. Desde el punto de vista estructural la elevada rigidez y resistencia de sistemas mixtos, permiten diseñar estructuras muy eficientes, sobre todo para cargas sísmicas. (párr. 3)

Igualmente en Latinoamérica, algunos países han implementado el uso de estructuras mixtas tomando en cuenta las ventajas que estas traen, por lo que podemos considerar el caso de países como Chile y Perú, debido a que son países con alto riesgo sísmico que utilizan este tipo de estructuras en sus obras civiles, siendo Chile el pionero por qué decide innovar en la mezcla de hormigón y acero, los cuales han conseguido en este tipo de estructuras una forma de mejorar la resistencia de las edificaciones a estos sucesos, evitando colapsos y por ende desastres tanto en el presente como en el futuro. Un ejemplo de este tipo de edificaciones es expuesto por Lira (2019):

En Chile existen varios edificios con tales características, donde destacan la Torre Santa María 2, donde se utilizaron 1.400 toneladas de acero y el Edificio Huidobro con 1.500 toneladas de acero, otorgando el carácter de construcciones avanzadas en término de estructuras mixtas. (párr. 7)

Sin embargo, en Venezuela el uso de estructuras mixtas no está completamente desarrollado, la industria en Venezuela no lo ha puesto en práctica en la gran mayoría de las obras, a pesar de que existen cierta edificación donde se utiliza el acero estructural, aún no se ha llegado a aprovechar en su totalidad las ventajas o beneficios que este tipo de estructuras puede llegar a ofrecer, principalmente considerando que es un país sísmico y este tipo de estructural proporciona una solución eficaz para las zonas sísmicas.

También, en muchas ocasiones puede suceder que no se utilice este método por el poco conocimiento de este tipo de edificación, por preferir utilizar métodos que ya se ha usado por muchos años e incluso por llegar a pensar que los costos constructivos pueden ser mayores a los

de una estructura convencional de concreto armado, sin haber realizado el previo análisis de costos respectivo correspondientes. Es posible evidenciar esto según lo expuesto por Rueda y Vásquez (2012), quienes indican que:

En este sentido, en Venezuela es común que los proyectistas no implementen este tipo de sistema constructivo debido al desconocimiento de su uso por parte del constructor, el dilema de proyectar la estructura con sólo acero o sólo concreto, además de que muchos programas comerciales de análisis y diseño aún no incorporan esta acción conjunta en los cálculos. (p.6)

Por el contrario en Venezuela, la utilización de las estructuras en concreto armado representa desde hace mucho tiempo, uno de los principales métodos de construcción, una forma de contribuir al desarrollo del país, proporcionando una mejora en la manera de vivir de las personas, además de un cambio social y cultural, si bien, posee alto grado de durabilidad y resistencia capaz de soportar cargas en compresión, actualmente se tiene que tomar en consideración que existen muchos métodos y ellos estando en constante desarrollo para realizar las construcciones no implementados en Venezuela, por ello se ve el país quedado atrás ante los avances, con referencia a lo anterior Baute (2019), expone:

El estacionamiento de la catedral está planteado en su estructura original en concreto armado, método útil pero no tan eficiente e innovador como una estructura mixta. La estructura de concreto armado ofrece diámetros mucho mayores en las columnas y resiste los mismos esfuerzos que una estructura mixta. (p. 19).

Es importante resaltar, que la utilización de las estructuras mixtas ya sea a nivel mundial o en Venezuela, así como de otros métodos constructivos o avances existentes va a depender de la condición y requerimientos de la edificación que se va a realizar, como estudio del suelo, riesgo sísmico, zonificación, plano de ejecución y otros datos de importancia al momento de ejecutar una obra, para así cumplir con todos los lineamientos y normas establecidas; para este nuevo proceso constructivo, pudiendo de esa manera lograr construir obras funcionales, seguras y rentables, teniendo presente los principios de diseño como reducir el menor número de daños posibles, que se puedan presentar en la construcción de una edificación.

Asimismo, uno de los factores más resaltantes que toma en consideración la industria de la construcción al momento de elegir si usar o no una técnica constructiva para realizar las obras, son los costos de todo lo que implica llevar a cabo el proyecto estructural, sin embargo, es importante que siempre se tomen en cuenta y se conozcan las opciones existentes, detallado de los materiales que van a poner en práctica, considerando las ventajas y analizando las distintas alternativas que

traen cada técnica más allá de utilizar la más tradicional; como primera opción o la opción más conocida y manejada, buscando así que los profesionales se mantengan actualizados en todos los avances que van siendo estudiados en su área.

Por otra parte, es notable el crecimiento demográfico que hay actualmente en el mundo y de la misma forma en Venezuela, de cualquier modo el problema comienza cuando existe un déficit de viviendas, situación que notoriamente afecta al país, debido a que la industria de la construcción no está completamente operativa desde hace varios años, debido principalmente al alto costo de la obra civil, es por esto que es fundamental estudiar e investigar una forma de mejorar esta situación, logrando el desarrollo de la ingeniería existente en el resto del mundo.

Ahora bien, la forma más efectiva para lograr aumentar y mejorar las obras que se realizan en el país es disminuyendo los costos de las mismas, aumentando así su rentabilidad. Esto va de la mano con la utilización de nuevos métodos o procesos constructivos, de la forma correcta para que todos los elementos involucrados para llevar a cabo una obra y costos constructivos de la misma, los cuales se engloban en mano de obra, maquinaria, materiales, equipos, se optimicen lo máximo posible.

Con base a la problemática descrita anteriormente, en esta investigación se realizó la comparación económica de dos sistemas constructivos, por una parte, una estructura mixta y por otra una de concreto armado tradicional, buscando determinar cuál de estos métodos, propone soluciones aparentemente más rentables y adecuadas en función a las solicitudes existentes, tanto verticales como horizontales por sismo, de modo que se amplíe la perspectiva existente acerca de los avances actuales en materia de la obra civil y la posibilidad de utilizar métodos y materiales diferentes a los tradicionales.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo se puede determinar el proceso constructivo más adecuado, teniendo como opción una estructura mixta y una estructura en concreto armado?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

- Realizar un Estudio Comparativo de Costos Constructivos, entre una estructura mixta y una de concreto armado partiendo del diseño estructural

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar una estructura mixta y esta misma en concreto armado, utilizando el software de análisis estructural ETABS.
- Establecer los costos constructivos incluyendo maquinaria, equipo, mano de obra y materiales, para las dos estructuras diseñadas.
- Comparar los costos constructivos entre la estructura mixta y la de concreto armado.
- Definir los distintos indicadores de gestión de obras, para las dos estructuras planteadas.

1.4 Justificación de la investigación

Primeramente, en la construcción de obras civiles mediante la transformación de materia prima en elementos estructurales se logran diferentes edificaciones, puentes, vías y otros, con la utilización de métodos constructivos como lo son, estructuras de concreto armado y estructuras mixtas. Pero se destaca, que en Venezuela no se da el aprovechamiento suficiente a las estructuras mixtas de acero-concreto debido a que los ingenieros no cuentan con conocimiento suficiente para diseñar, calcular y ejecutar dichas estructuras; adicionalmente, el cálculo de estructuras mixtas o de concreto requiere ser más minuciosos y tener mucha más exactitud que para el cálculo de estructuras de concreto armado.

Cabe destacar, que en Venezuela es común el uso de estructuras metálicas para naves industriales o centros comerciales, aun así, este tipo de estructuras en fusión con el concreto pueden llegar a tener mucha más utilidad, mediante el correcto desarrollo de las mismas, incluso para la construcción de viviendas unifamiliares o multifamiliares, edificios, centros educacionales, entre otros. Es por esto, que este proyecto de investigación busca ser una contribución al ámbito constructivo; al presentar una opción factible y rentable de optimizar la creación de nuevas edificaciones por medio de un sistema constructivo diferente al tradicional.

Debido a lo mencionado anteriormente, esta investigación propone un estudio comparativo de costos entre dos métodos constructivos basándose en su diseño estructural, con el fin de conocer la viabilidad de implementarlos incluyendo los costos de construcción, planificación, proceso constructivo, mano de obras, recursos, entre otros aspectos que se deben tomar en cuenta para realizar estructuras en concreto armado y estructuras mixtas.

A todo esto, que la utilización de estructuras mixtas es una de las formas más adecuadas para incrementar la capacidad portante de una edificación y las estructuras en concreto armado,

las cuales poseen una capacidad resistente ante los esfuerzos de torsión, compresión, flexión y corte. De esta manera, cada método constructivo posee distintas ventajas y desventajas, dependiendo de las situaciones en donde sea aplicada cada uno, teniendo presente que se busque siempre utilizar el método más económico en beneficio tanto del contratista como del contratante, logrando que ambas partes estén de acuerdo con el proyecto a realizar, pero siempre cumpliendo con las normas establecidas y las especificaciones técnicas.

De igual forma, cada método constructivo tendrá más relevancia considerando el que mejor se adapte en el proyecto en virtud de las vulnerabilidades sismológicas de la zona donde se va a llevar a cabo, y por tanto pueda lograr el beneficio a la humanidad, contribuyendo al desarrollo político, económico y social. Asimismo, en la comparación entre las estructuras mencionadas anteriormente se da una amplitud en el conocimiento los elementos estructurales implicados, las diferentes técnicas, proceso de ejecución, valor de mercado todas estas circunstancias, generadoras de valor y, siendo todas de utilidad y consideración que desde el ingeniero con la industria de la construcción toman en cuenta al momento tomar una decisión sobre qué método constructivo se va utilizar para ejecución de una obra civil.

Por otra parte, con este estudio se buscó impulsar a la investigación y uso de nuevas tecnologías constructiva, tomando en cuenta que el mundo está un constante avance a grandes velocidades y la obra civil no se escapa de esta realidad, por lo tanto, es relevante que en Venezuela se estudie la factibilidad de métodos de construcción diferentes a los tradicionales, buscando no solo el avance en los procesos constructivo; sino también un desarrollo social y cultural, ya que de una forma u otra se verán afectando en el momento de llevarse a cabo; incluso el uso de estructuras mixtas compuestas de otros materiales u otros procesos innovadores que mejoren los costos y rendimientos de las obras.

1.5 Alcance y Limitaciones

Mediante la presente investigación, en la cual se realizó un estudio comparativo entre dos procesos constructivos, por una parte, una estructura de concreto y por otra una estructura mixta, se buscó obtener las diferencias en relación a los costos a partir de estas dos metodologías, para lo cual se estudió todo lo que estos implican como: maquinaria, personal, materiales, equipos y herramientas. Por lo tanto, se realizó el diseño de dos estructuras, las cuales tuvieron las mismas condiciones y sollicitaciones, variando solo el método constructivo a utilizar. Se utilizo, por una parte, una estructura de concreto armado tradicional y por otra, una estructura mixta permitiendo

así establecer cuál es el más apropiado para determinadas condiciones. Es importante destacar, que las estructuras mixtas pueden ser de muchos tipos como acero-concreto, madera-concreto, madera-acero, en incluso ha llegado a utilizarse el bambú, sin embargo, para la presente investigación se diseñará en acero-concreto.

Como se ha mencionado anteriormente, para el presente proyecto de investigación se realizó la comparación de los costos requeridos para llevar a cabo las dos estructuras diseñadas, en las cuales se tomó en cuenta únicamente las solicitaciones necesarias para el diseño estructural, sin incluir las instalaciones eléctricas y sanitarias de ambas edificaciones. Igualmente es necesario señalar que el proceso constructivo utilizando ambas técnicas, así como la difusión de la información obtenida durante la investigación no está sujeta al trabajo de los autores. Por otra parte, para esta investigación no se realizaron los estudios de campo para el cálculo estructural como estudios de suelos y sísmicos, por lo tanto, el estudio será netamente teórico, basado en cálculos matemáticos a través del programa ETABS.

Por lo tanto, los resultados que se obtuvieron aplican únicamente para el modelo de estructura que se planteó en la presente investigación, y pudiera tener otras visuales o perceptivas en virtud de un diseño estructural diferente, sin embargo servirá de guía para realizar el mismo estudio a otros tipos de estructuras, en conclusión, de lo que se trata este trabajo, es la utilización de ambas metodologías constructivas, siguiendo las condiciones y solicitaciones adecuadas que se desarrollarán según del sitio de implantación elegido. Cabe destacar, que las edificaciones estudiadas no están construidas actualmente y no forma parte de este proyecto la construcción de las mismas, sin embargo, si se incluye el diseño de las dos edificaciones de 2 niveles, limitándose al cálculo, tanto estructural como de costos, de vigas, columnas, losas de entrepiso y techo, fundaciones, correas y arriostramientos. Para tal efecto las edificaciones se ubican en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se consultaron trabajos previos relacionados con el tema a tratar, los cuales contribuyeron y representaron un soporte técnico o metodológico, de modo que dichos estudios resultaron un aporte en ámbitos de cálculo estructural en concreto armado o de estructuras mixtas, en análisis de costos o en modelado matemático a través de un software. Siguiendo el mismo orden de ideas se presentan a continuación los ya mencionados antecedentes:

En primer lugar, Velaña (2021) presentó un trabajo de grado titulado: **“Diseño sismorresistente de una estructura mixta de 4 niveles, con interacción suelo estructura y diagonales rigidizadoras, para uso administrativo, enfocado a un suelo con características tipo E”** en la Universidad Estatal del Sur de Manabí en Ecuador. Para optar por el título de ingeniero Civil. Para esta investigación se realizó una evaluación de los parámetros necesarios para el diseño a través del programa CYPECAD, se analizó el comportamiento y la edificación, así como su interacción con el suelo y se tomaron medidas estructurales para optimizar la edificación. Todo esto, con el fin de lograr un correcto diseño y modelado sismorresistente para la estructura mixta planteada, en la cual se utilizaron vigas de acero y columnas de concreto armado.

Cabe destacar, que esta investigación se desarrolló a través de un análisis y síntesis para el desarrollo del problema y la estructura del trabajo fue de acuerdo a la hipótesis planteada. En cuanto a la recolección de datos, por una parte, se obtuvo información existente y por otra se trabajó con información de primera mano, a través del fichaje, libros, revistas, páginas de internet y otros. Como resultado, se logró un diseño óptimo cumpliendo con todos los parámetros establecidos en la norma Ecuatoriana de Construcción NEC-15, obteniendo un edificio con buena estabilidad y correcto comportamiento sismorresistente, adicionalmente los esfuerzos producidos en el suelo a través de los cimientos diseñados no superan los esfuerzos admisibles del suelo.

En función a lo mencionado anteriormente, este trabajo de grado fue un aporte técnico a la investigación en curso en el ámbito del diseño de la estructura mixta a plantear, ya que ofreció una idea más clara de los criterios a tomar en cuenta, así como de una de las opciones para ejecutar una estructura de este tipo, que en este caso fue utilizando vigas y columnas de acero, losas mixtas de encofrado colaborante y fundaciones de concreto armado. De igual forma incluye los criterios de sismoresistencia, los cuales deben ser utilizados en presente proyecto tomando en cuenta la norma aplicable para Venezuela, así como las solicitaciones de la zona en estudio.

Como segundo antecedente, Briones, Silva (2020) presentó un trabajo de grado titulado **“Estudio comparativo de costos de columnas mixtas y columnas de concreto armado diseñadas según las normas ACI y E060”** en la Universidad Privada del Norte en Perú para optar por el título de ingeniero Civil. En esta investigación se realizó un estudio sobre las consideraciones que se deben tomar en cuenta para el diseño de las columnas basándose en las normas ACI y E060 a compresión axial, para las tres cargas axiales aplicadas que se presentan mediante el programa SAP 2000, además de determinar los costos constructivos que requiere cada diseño y realizar un análisis comparativo de dichos datos obtenidos, buscando el que pueda ser más funcional y principalmente el más económico.

Ahora bien, este trabajo de investigación se realizó de tipo descriptivo a través de una investigación aplicada, de diseño no experimental, teniendo un enfoque cuantitativo debido a que se obtuvo datos sobre la misma muestra de columnas de concreto armado y columnas mixtas con cargas axiales, además se utilizó la técnica de revisión documental para conseguir información sobre lo establecido en las normas a estudiar para el diseño, plasmándolo en fichas técnicas siendo este el instrumento aplicado, también con el análisis de datos se logró obtener las secciones del elemento de estudio, la cantidad de material que será requerido ayudando a evitar el desperdicio, permitiendo así obtener las diferencias entre ellos y sus respectivas consideraciones.

Seguidamente, este trabajo de investigación permitió que se pudiera recolectar más información sobre el concreto armado y el acero estructural, comparando su diseño, costo de construcción, viendo cómo en solo hacer uso de un elemento estructural puede hacer la estructura más segura, económica, funcional, reduciendo los espacios que en un principio se tenían para realizar el proyecto gracias a la ayuda de los cálculos estructurales, de igual manera se logró conocer a detalle el diseño de tanto la columna realizada en concreto armado como en la columna mixta de acero y concreto.

Por otra parte, se obtuvo información del trabajo realizado por Baute (2019), titulado **“Estudio de la factibilidad técnica del uso de vigas mixtas en la estructura del estacionamiento de la catedral de ciudad Guayana”** presentado en la Universidad Católica Andrés Bello núcleo Puerto Ordaz para optar por el título de Ingeniero Civil. La investigación partió por indagar sobre los fundamentos teóricos y prácticos más importantes del estacionamiento en estudio, además de estudiar el funcionamiento de las vigas mixtas y su posible utilidad para la obra a realizar. Por esta razón, el estudio propone insertar perfiles V800 y IPE en vigas y unirlos a la losa acero mediante conectores de corte, para que trabaje como una estructura mixta y obtenga mayor capacidad de carga, permitiendo eliminar columnas y reducir el material de construcción.

Con relación a esto, el mencionado trabajo de grado se enmarca en una investigación de tipo aplicada y descriptiva, teniendo un diseño no experimental; en cuanto a la recolección de datos, se realizó a través del análisis documental utilizando fichas técnicas y observación libre. Se logró concluir, que para el uso de elementos mixtos es importante que ambos materiales actúen en conjunto, uno debe compensar lo que el otro no posee, por lo se realizó el diseño, apoyándose en el software estructural ETABS con perfiles IPE750*196 en dirección X, HEA800 en Y, IPE240 en los nervios, en las columnas se utilizó el perfil HEB340 y a la losa acero se le asignó una plancha de acero vaciada en concreto unida por conectores de corte.

De esta forma, el mencionado trabajo sirvió como aporte a la presente investigación ya que aparte de los criterios a seguir para el cálculo de una estructura mixta según las normas venezolanas, ya que los utilizados en este caso para el diseño del estacionamiento de la catedral de Guayana serán una base para la realización de otra estructura. Así mismo, sirvió como contribución al ámbito del modelado de las estructuras en ETABS, debido a que el antecedente mencionado se apoyó en este programa para su resolución.

Por consiguiente, se recolectó información del trabajo de grado realizado por Acuña, Quiñones (2018), el cual está titulado como **“Evaluación estructural del edificio Centro Loyola de la Universidad Católica Andrés Bello con base en las normas COVENIN 1756-01, 1618-98 y FONDONORMA 1753-06”** el cual fue presentado en la Universidad Católica Andrés Bello para optar por el título de ingeniero civil. Para llevar a cabo dicha investigación se comienza por utilizar el programa ETABS para el modelado del edificio en estudio, evaluar la estructura en base a las normas, detallar su comportamiento mediante la aplicación de cargas y analizar los resultados

que se van a obtener, de esa manera indagar en las posibles maneras de reacción de una edificación ante un evento sísmico.

En función a la idea anterior, el mencionado trabajo de investigación es de tipo exploratoria debido a que busca estudiar edificio Centro Loyola desde su diseño hasta el comportamiento, cuando se presenta cargas dinámicas cumpliendo con las normas COVENIN 1756-01, 1618-98 y FONDONORMA 1753-06, el cual pasa por las fases de obtención de información básica referente a planos y memorias descriptivas, utilizando la revisión documental, modulado de la edificación para finalmente poder interpretarlos y analizarlo consiguiendo que se puedan prevenir en el futuro un colapso de las seis estructuras que conforman el edificio analizado.

Cabe mencionar, que esta investigación aportó conocimientos sobre el manejo del programa ETABS igualmente que el correcto cálculo estructural que debe tener cada proyecto, además de eso contribuye al estudio detallado de las normas COVENIN y FONDONORMA, siendo de cumplimiento obligatorio en cualquier construcción, modificación o restauración que se realice en Venezuela, viendo que si no se cumple se deben tomar las consideraciones pertinentes para que se logre cumplir y que la obra sea segura, también el estudio de una estructura mixta de concreto-acero detallando cómo es su comportamiento antes las cargas sísmicas que se pueden llegar a presentar en un momento determinado debido a que si las estructuras se encuentran zonas sísmicas deben ser capaz de soportarlo.

Por último, antecedente, García y Linares (2022) presentaron un trabajo de grado titulado como **“Análisis comparativo de la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales”** el cual fue presentado por la Universidad José Antonio Páez para optar por el título de ingeniero civil. Para realizar el mencionado trabajo de investigación se ejecutó una recopilación de información necesaria en base a la fabricación de conexiones soldadas para perfiles de alma llena y tubulares en naves industriales de acero estructural para edificaciones que cuentan con un nivel de diseño 1, esto con relación a los costos que se estiman, analizar todos los datos recopilados que cumplan con las normas Venezolanas, realizar una estimación de costos, para así poder comparar los costos de la mencionada estructura obteniendo que al momento de ejecutar un proyecto de este tipo de estructuras se logre optimizar los tiempo, hacerlo económico y sacar provecho de los materiales utilizados.

Seguidamente, el tipo de investigación se encuentra establecido en un proyecto factible, debido a que se realizó un análisis de costos, de tipo cuantitativo, teniendo un enfoque descriptivo

y diseño documental de campo, porque no se van a variar los datos que se obtengan del estudio realizado, de carácter no experimental, siguiendo las fases las cuales son: Recopilación de datos, Análisis de información recopilada, realización de la estimación de costos y comparación de la estimación de costos además de esto, en los resultados se mostró una reducción significativa de peso por metro cuadrado, debido a los arriostres y soportes laterales en las columnas de las naves industriales además se obtienen los costos de cada estructura el cual va a variar dependiendo de los gastos administrativos, influyendo las condiciones y las características del proyecto.

De igual forma, de este trabajo se logró obtener una mayor información sobre el análisis comparativo de costos, considerándolos tanto directos como lo es la fabricación de materiales hasta los indirectos correspondiente a los gastos administrativos, logrando así que se obtenga un proyecto económico y con un mejor uso de los recursos también, el estudio del acero estructural con los diferentes perfiles, conexiones y elementos usados en la investigación, además del análisis de las normas Venezolanas COVENIN y FONDONORMA, norma Americana ANSI/AISC 360-16 las cuales son de cumplimiento obligatorio en todo proyecto que se quiera llevar a cabo, garantizando que dicho proyecto sea seguro y funcional.

2.2 Bases Teóricas

Son un grupo de conceptos teóricos que están presentes en la investigación, los cuales se deben tener en consideración y ser desarrollados con la finalidad de ampliar los conocimientos, para así, abordar el análisis de la problemática en estudio obteniendo una orientación más clara y precisa sobre el tema de investigación, contribuyendo para poder dar solución al problema, determinar resultados y lograr los objetivos planteados en el trabajo de investigación.

2.2.1 Concreto

Tomando en cuenta, lo expuesto por Rivas (2000) el concreto es un material que se obtiene de una combinación de cemento, agua y aditivos contribuyendo a mejorar sus propiedades, teniendo como visión lograr que el sistema estructural que se desee construir cumpla con todos los requisitos indispensables para realizarlo, se destaca que, todo esto se puede llevar cabo si se tiene conocimiento del material, funcionalidad, características generales y manejo de cómo pueden ser los posibles casos en donde no se debe tomar en consideración.

2.2.1.1 Concreto Armado

El concreto armado es un material que garantiza gran resistencia y junta todos sus componentes obteniendo las mejores cualidades de ellos, Harmsen (2002) explica que dicho

material fue utilizado por primera vez en Roma siendo de cal y ceniza volcánica pero desde su llegada ha contribuido en la construcción de las estructuras específicamente para aumentar su rigidez , además de tener más durabilidad por lo que no requiere de un pronto mantenimiento, no requiere mano de obra calificada pero sí que se tenga la supervisión de la calidad del material considerando que es un material que resiste la compresión, pero no tanto la tracción.

2.2.1.2. Propiedades fundamentales del concreto

El concreto posee diferentes propiedades fundamentales que hacen posible que se considere un material muy utilizado en la construcción, Rivva (2000) las define como: la trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesividad, contenido de aire, segregación, exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación y peso unitario, estando estas asociadas a sus características y se toman en consideración siempre que se necesite bajo las condiciones que se requiera para un proyecto estructural, logrando optimizar los tiempos y costos de la construcción. Además, están las propiedades mecánicas como: la resistencia al desgaste, resistencia a la cavitación y cambios en el volumen tomando en cuenta que como cualquier otro material el concreto puede estar afectado por el tiempo, el clima y la temperatura.

2.2.1.3 Elementos estructurales de concreto

Los elementos estructurales de concreto comunes en edificios pueden clasificarse en forma general en losas, vigas, columnas, muros y cimentaciones, en la norma (COVENIN 1753-2016) lo especifican como:

- **Losas:** Son uno de los elementos horizontales que van a transmitir las cargas vivas que se mantienen en movimiento y las cargas muertas que se encuentran estacionarias directo a apoyos verticales. Entre las que están: las losas macizas que están reforzadas preponderantemente en una dirección y la losa nervada formada por un conjunto de nervios paralelos, los cuales van enlazados por una losa maciza de poco espesor.
- **Vigas:** Transmiten las cargas de las losas de piso a las columnas verticales y van a resistir los momentos de torsión, flexión y fuerza cortante.
- **Columnas:** Van a soportar las losas de piso estructural, los cuales se encuentra sujeto o no a los momentos flectores y cargas axiales.

- **Muros:** Son los encargados de resistir cortes, momentos y fuerzas axiales que se generan en la edificación, producto del viento y los sismos entre los que están: Muros de cimentación, muros de escalera y muros de cortante.

2.2.1.4 Sistemas de concreto

Según lo establecido en la norma (COVENIN 1753-2006) las secciones de concreto se clasificaron como:

- **Secciones controladas por compresión:** Son las secciones que se encuentran controladas por compresión cuando se presenta que la deformación neta a la tracción, en el acero de refuerzo que está más deformado a tracción es $\epsilon_s \leq \epsilon_y$ y como también cuando el concreto en su parte comprimida alcanza su deformación máxima $\epsilon_{cu} = 0,003$.
- **Secciones controladas por tracción:** Se presentan cuando la deformación neta de tracción producida en el acero de refuerzo más deformado a tracción $\epsilon_s \geq 0,005$, de igual forma en el concreto que se encuentra a compresión alcanza su deformación máxima de $\epsilon_{cu} = 0,003$.
- **Secciones en transición:** Son aquellas que se presentan entre las secciones regidas por compresión y las regidas por tracción cuando se presenta que la deformación neta a tracción del acero de refuerzo que se encuentra en el extremo traccionado está comprendida entre $\epsilon_s = \epsilon_y$ y $\epsilon_s = 0,005$.

2.2.2 Acero Estructural

Según Yepez (2018) El acero estructural es un material obtenido a partir de la aleación de hierro, carbono y algunos otros elementos como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, esto dependiendo de las propiedades que se requieran del material. En el mercado existen grandes variedades de acero, tomando en cuenta que las estructuras de ingeniería civil construidas en acero, así como las realizadas en concreto en conjunto con acero, conforman una gran mayoría de las edificaciones en el mundo.

Por otra parte, según los requerimientos que se tengan de este material puede variar su forma, calidad, y técnicas de corte y unión. Es por esto, que al utilizar acero estructural es importante conocer el proceso de fabricación, las sollicitaciones, requisitos de uso y las aplicaciones que se le darán, además de las propiedades mecánicas como punto de fluencia, resistencia, tensión y ductilidad; así como las propiedades químicas, metalúrgicas y el proceso de

soldabilidad. Básicamente, en las edificaciones el acero es utilizado generalmente para perfiles y chapas, ya sean aceros laminados en caliente y conformados en frío.

2.2.2.1 Propiedades del Acero Estructural

Según McCormac y Csernak (2012), el acero estructural es uno de los materiales más versátiles para la construcción civil y además uno de los más usados ya posee ciertas propiedades convenientes dependiendo de la condición en que sea utilizado, de esta forma algunas de las propiedades del acero son.

- **Alta resistencia:** A mayor resistencia menor será el peso de las estructuras, por lo cual es un elemento muy utilizado en puentes y en estructuras con dificultades en la cimentación.
- **Uniformidad:** El acero es un material cuyas propiedades no cambian significativamente con el tiempo, siempre que sea utilizado y mantenido correctamente. esto a diferencia de las estructuras en concreto armado.
- **Elasticidad:** El acero puede llegar a soportar grandes esfuerzos manteniéndose en el rango elástico y por lo tanto siguiendo o acercándose al comportamiento propuesto en la ley de Hook.
- **Durabilidad:** Con un mantenimiento adecuado las estructuras de acero durarán indefinidamente, de hecho, se han realizado investigaciones acerca de aceros modernos que bajo ciertas condiciones no requieren ningún mantenimiento.
- **Ductilidad:** Este material puede llegar a soportar grandes deformaciones generadas por esfuerzos de tensión altos antes de fallar, a menor contenido de carbono la ductilidad es mayor, al punto que al aplicar esfuerzos a determinado material sufre una notable reducción de la sección transversal antes de que se presente la fractura.
- **Tenacidad:** Los aceros estructurales poseen gran tenacidad por lo que son capaces de resistir grandes fuerzas hasta que se presenten deformaciones significativas.

2.2.2.2 Elementos en Acero Estructural

Es importante destacar que los elementos más representativos de una construcción en acero son placas de anclaje, columnas, vigas, correas, arriostramientos, placas colaborativas, entre otros. Para los cuales se utilizan principalmente perfiles, barras o tubos que son el resultado de un proceso de laminado o soldado para darle el espesor y tamaño adecuado. Algunos de los perfiles más utilizados son definidos por Bowles (1992):

- **Perfiles W:** Es un perfil doblemente simétrico, tanto en el eje de las x como en el eje de las y. Este consiste en dos patines rectangulares conectados a un alma también rectangular, en los que las caras del patín son generalmente paralelas con la distancia interior entre patines.
- **Perfiles S:** Son perfiles doblemente simétricos, también conocidos como perfil I, son muy parecidos al perfil W sin embargo el ancho del perfil S es menor y tiene un pequeño ángulo en la cara interna del patín.
- **Perfiles L:** Son perfiles angulares cuyos lados pueden ser iguales o diferentes, siempre tienen paralelas las caras de los lados, pero las dimensiones del ancho de los lados pueden tener una pequeña variación.
- **Perfiles T:** Son elementos estructurales que se obtienen al dividir en dos partes un perfil W o S, generalmente de modo que el área sea equivalente a la mitad de la sección anterior pero algunas veces se puede desplazar el corte cuando se requiere de una sección de mayor peralte.

2.2.3 Estructuras Mixtas

Las estructuras mixtas son todas aquellas que están compuestas por secciones combinadas donde principalmente intervienen el acero estructural y el concreto ofreciéndole un material a otras propiedades que no posee. Del mismo modo, existen estructuras mixtas que incluyen madera o bambú estructural. En relación a lo mencionado, Martínez y Ortiz (1978) explican que la construcción de una estructura mixta se caracteriza por incluir en su estructura piezas donde el acero estructural y el hormigón trabajan solidariamente, la edificación además de incluir estos elementos básicos, también puede incluir algunos un poco más complejos como armaduras pasivas, armaduras de pretensado, entre otros.

2.2.3.1 Sistemas Mixtos más comunes

Tomando en cuenta que estos materiales funcionan muy bien en conjunto ya que tienen casi la misma dilatación térmica y adicionalmente el acero soporta correctamente esfuerzos de tracción, mientras que el concreto es eficaz a la compresión, en función a esta combinación y su metodología de construcción existen algunos sistemas mixtos más usados. Los cuales son mencionados en la norma COVENIN 1618-1998, algunos de los más comunes son:

- Pórticos con columnas de concreto reforzado o mixtas acero-concreto, y vigas de acero estructural o mixtas acero-concreto.

- Pórticos con columnas de acero estructural, vigas mixtas acero-concreto y conexiones parcialmente restringidas.
- Pórticos con columnas de concreto reforzado o mixtas acero-concreto, vigas y diagonales concéntricas de acero estructural o mixtas acero-concreto.
- Pórticos con columnas de concreto reforzado o mixtas acero-concreto, vigas de acero estructural o parcialmente mixtas y diagonales excéntricas de acero estructural.

2.2.4 Diseño Estructural

El diseño estructural es aquel proceso mediante el cual se establecen las tolerancias del sistema a las cargas o solicitaciones correspondientes a su uso, ubicación, geometría y dimensiones, de forma que se garantice la seguridad y confort de sus ocupantes al largo de toda la vida útil de la edificación. Así como evitar que se produzcan daños debidos a acciones que le apliquen a lo largo del tiempo. Esto, en función a lo indicado por Meli, R (1985):

El diseño estructural abarca las diversas actividades que desarrolla el proyectista para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura, ósea de aquella parte de una construcción que tiene como función absorber las solicitaciones que se presentan durante las distintas partes de su existencia (p.15).

El diseño estructural consta de diversas etapas, que deben seguirse para que el proceso se ejecute de manera correcta y cumpla con los resultados esperados:

- Análisis de Cargas
- Predimensionado de Elementos Estructurales
- Verificación de Rigidez de la Estructura a través de un software de Calculo Estructural

2.2.4.1 Análisis de Cargas

Es un procedimiento, mediante el cual se establecen las cargas gravitacionales que se ejercen sobre los diferentes elementos estructurales de una edificación debido a su funcionamiento. Es decir, las cargas variables y permanentes que actúan durante la operación usual del edificio. Dichas cargas generalmente son aplicadas sobre las losas o cubiertas y de allí se transmiten al resto de los elementos.

En el caso de las cargas permanentes serán las que actúan constantemente sobre la estructura y permanece invariable en el tiempo, las cuales vienen determinadas por los pesos de los elementos estructurales y no estructurales que forman parte de la edificación. En función a esto, la Norma Covenin 2002-88. Criterios y Acciones Mínimas para Edificaciones: “Para la

determinación de las cargas permanentes se usarán los pesos de los materiales y elementos constructivos a emplear en la edificación. “

En relación a las cargas variables, vienen dadas por la ocupación y uso habitual de la edificación. Según la Norma Covenin 2002-88. Criterios y Acciones Mínimas para Edificaciones: “Las cargas variables se determinarán mediante estudios estadísticos que permitan describirlas probabilísticamente”. Asimismo, en dicha norma. esta tabulada la carga variable a utilizar según el tipo de estructura.

TABLA 5.1 MÍNIMAS CARGAS DISTRIBUIDAS VARIABLES SOBRE ENTREPISOS kgf/m^2

USOS DE LA EDIFICACION	AMBIENTES														TECHOS	CP \leq 50 kgf/m^2 CP > 50 kgf/m^2	
	A. AREAS PUBLICAS pasillos, comedores, vestidores, sala de estar	B. AREAS PRIVADAS oficinas, a salas, quiniotas, cocinas, lavanderías, servicio y mantenimiento (1)	C. AREAS CON ASIENTOS FIJOS	D. AREAS CON ASIENTOS MOVILES, SALONES DE FIESTA	E. AZOTEAS O TERRAZAS (2) y (3)	F. BALCONES con $L > 120$ (3) y (4)	G. BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y SIMILARES	H. ESCALERAS Y ESCALERAS DE ESCAPE (3)	I. ESCENARIOS PLATAFORMAS Y ZONAS DE EXPOSICIONES	J. ESTACIONAMIENTOS	K. HABITACIONES, PASILLO INTERNO, CAMERINOS, VESTIARIOS, ESTUDIOS DE RADIO Y TV, CELDAS	L. AREAS CON CARGAS LIVIANAS DE MAQUINAS	M. AREAS CON CARGAS MEDIANAS DE MAQUINAS	N. DEPOSITOS EN GENERAL			
1. VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y MULTIFAMILIARES	300			500	100	300		300		(6)	175						
HOTELES, MOTEL, CLUBES	300	300	400	500	100	300	(5)	500	500	(6)	175	600	1200	(8y9)			
2. EDIFICACIONES EDUCACIONALES ESCUELAS, LICEOS, UNIVERSIDADES, INSTITUTOS TECNICOS Y SIMILARES	400	300	400	500	100	300	(5)	500	500	(6)	175	600					(8)
3. LUGARES DE CONCENTRACION PUBLICA: TEATROS, CINES, RESTAURANTES, LUGARES DE CULTO, MUSEOS, BIBLIOTECAS, ESTUDIOS, TRIBUNAS, GIMNASIO, ETC	500	300	400	500	100	300	(5)	500	750	(6)	175	600					(8y9)
4. EDIFICACIONES INSTITUCIONALES: MEDICO ASISTENCIALES, CUARTELES CARCELES, CONVENTOS Y MONASTE- RIOS, MINISTERIOS	300	250	400	500	100	300	(5)	500	500	(6)	175	600	1200	(8y9)			
5. EDIFICACIONES COMERCIALES: ALMACENES COMERCIALES, TIENDAS, SUPERMERCADOS, LOCALES, OFICINAS Y BANCOS	300	250	400	500	100	300	(5)	500	500	(6)	175	600					(8y9)
6. EDIFICACIONES PARA TRANSPORTE Y DEPOSITOS ESTACIONAMIENTOS, DEPOSITOS DE MERCANCIA LIVIANA, FRIGORIFICOS, MORGUE	500	300	400	500	100	300	(5)	500		(6)	175	600					(8y9)
7. EDIFICACIONES INDUSTRIALES: TALLERES, IMPRENTAS ESTUDIOS DE RADIO, CINE Y TV	500	300	400	500	100	300	(5)	500	750	(6)	175	600	1200	(8)			
8. CONSTRUCCIONES VARIAS: HELIPUERTOS (11), PUENTES PEATONALES, TERMINALES DE PASAJEROS	500	300	400	500	100	300	(5)	500		(6)	175	600					(8)

40 kgf/m^2 (10)
Techos con pendiente -15% : 100 kgf/m^2
15% : 50 kgf/m^2

Figura 1: Tabla 5.1 Mínimas cargas distribuidas variables sobre entrepisos kgf/m^2

Fuente: Norma COVENIN 2002-1988

Luego de haber determinado las cargas variables y cargas permanentes, es necesario realizar una serie de combinaciones de carga, como un análisis de las posibles condiciones a las que puede ser sometida la estructura en un futuro. Dichas combinaciones varían dependiendo del material a utilizar en la edificación.

$$\begin{aligned}
 U &= 1.4 (CP + CF) \\
 U &= 1.2 (CP +CF + CT) + 1.6 (CV + CE) + 0.5 CV_t \\
 U &= 1.2 CP + 1.6 CV_t + (\gamma CV \text{ ó } \pm 0.8 W) \\
 U &= 1.2 CP \pm 1.6 W + \gamma CV + 0.5 CV_t \\
 U &= 1.2 CP + \gamma CV \pm S \\
 U &= 0.9 CP \pm 1.6 W \\
 U &= 0.9 CP \pm S \\
 U &= 0.9 CP \pm 1.6 CE
 \end{aligned}$$

Figura 2: Combinaciones de Cargas de Diseño para Concreto Armado

Fuente: Norma COVENIN 1753-2006

- 1,4 CP
- 1,2 CP + 1,6 CV + 0,5 CV_t
- 1,2 CP + (γ CV ó 0,8 W) + 1,6 CV_t
- 1,2 CP + γ CV ± 1,3 W + 0,5 CV_t
- 0,9 CP ± 1,3 W
- 1,2 CP + γ CV ± S
- 0,9 CP ± S
- (1,2 + 0,3 A_{v0}) CP + γ CV ± Ω₀S_H
- (0,9 - 0,3 A_{v0}) CP ± Ω₀S_H

Figura 3: Combinaciones de Cargas de Diseño para Acero Estructural

Fuente: Norma COVENIN 1918-2016

2.2.4.2 Predimensionado de Elementos Estructurales

Se refiere al proceso mediante el cual se estiman las longitudes iniciales de los elementos que forman parte de una edificación con el objetivo de que posteriormente sean analizados y verificados. El procedimiento varía dependiendo de la técnica constructiva que se esté utilizando. En el caso de concreto armado se predimensionan las vigas y losas a partir de las deflexiones máximas permitidas y las columnas en función de su área tributaria y variando si son esquineras, centrales o laterales. En el caso de los elementos de acero estructural, el cálculo va a variar por el tipo de sollicitación que se le apliquen, ya sea flexión, tracción o compresión.

2.2.4.3 Verificación de Rigidez de la Estructura a través de un software de Cálculo Estructural

El diseño estructural de cualquier edificación debe estar acompañado del uso de algún software de cálculo estructural, ya que estos facilitan en gran medida las operaciones y evitan errores. Además, permiten las verificaciones de los elementos antes cargas gravitacionales y accidentales. Algunos softwares ideales para un proyecto estructural son Revit, Cypecad, Sap 2000, Etabs, Autodesk Robot, entre otros. Luego de haber modelado la edificación mediante el software elegido, incluyendo dimensiones, secciones de los elementos estructurales, cargas y todos los factores requeridos, se podrá verificar el cumplimiento de todas las condiciones de rigidez y de capacidad del proyecto, mediante los reglamentos y normas correspondientes a este proceso.

2.2.5 Costos constructivos

Con relación a lo establecido por Suarez (2002) los costos son gastos que va a realizar una empresa en un determinado momento cuando se requiere hacer una evaluación obteniendo beneficios de ello, como el mejoramiento de las maquinarias, equipos y procesos constructivos en la elaboración de un proyecto, analizando las empresas, para optimizar la rentabilidad y los tiempos de duración, estudiando puntos de interés en el proyecto mencionado, por lo que, los costos se pueden dividir en:

- **Costos Directos:** Los cuales van a ser utilizados por un producto en específico.
- **Costos Indirectos:** Los cuales no pueden ser utilizados por un producto en específico.

2.2.5.1 Presupuesto de obra

El presupuesto es un cálculo que se aproxima del costo de toda una serie de actividades conocidas como "partidas de obra" que son en esencia las cantidades de elementos o productos que se desean construir, en el caso del presupuesto de una obra Padilla (2012) establece que se entiende como la estimación de una cantidad aproximada de dinero que podría costear la elaboración del mencionado proyecto y se puede caracterizar por ser singular, temporal y una herramienta de control por lo que, cumple con el objetivo de poder cubrir los gastos de materiales, maquinarias, salarios entre otros con la cantidad disponible de dinero que se tenga en ese momento, considerando las características, condiciones y planos de la obra con ello logran obtener una estimación sencilla de los gastos que se pueden acarrear en la construcción.

2.2.5.2 Cómputos métricos

Los cómputos métricos son las intervenciones de cálculo en donde se van a obtener las cantidades de obra y las partidas que conforman los proyectos, relacionado a esto, la norma COVENIN 2000-99 establece que los cómputos métricos mediante el uso de planos de obra pueden lograr que de manera ordenada se lleven a cabo todas las partidas, buscando que se tengan conocimientos de los diferentes elementos o productos que lo forman, realizándose en el sitio de la obra, durante la actividad o realizada para después hacer el traslado.

2.2.5.3 Análisis de Precios Unitarios (APU)

El análisis de precios unitarios es una técnica muy utilizada en la ingeniería de costos, es la que permite obtener con mayor precisión los gastos generados por una obra constructiva, en esto se suele dividir está en trabajos más pequeños y establecer el precio de cada uno, tomando en cuenta la calidad, el tiempo y el alcance. En relación a los APU, Ramírez, García y Pantoja (2010) indican que se deben calcular individualmente los costos de cada elemento como materiales, mano de obra y el costo indirecto unitario, luego la suma de estos tres genera lo que será el costo unitario del producto y forma parte esencial de un sistema de costos. Por otra parte, este tipo de análisis permite también hacer modificaciones en los presupuestos de una obra sin tener mayores inconvenientes, por lo cual resulta ser la opción más beneficiosa en muchos proyectos civiles.

2.2.5.4 Factor de Costos Asociados al Salario (FCAS)

El (FCAS) lo define el Colegio de Ingenieros de Venezuela (2006) como la respuesta entre el Total de Días Pagados (TDP) y el Total de Días Efectivamente Trabajados (TDET); el valor obtenido es número decimal (FACTOR) o puede ser un porcentaje al multiplicarlo por cien, teniendo en cuenta variables como el salario y la mano de obra considerado como una de las deudas que se deben tener como gastos importantes, en base a lo establecido en las NORMAS y leyes venezolanas.

2.2.5.5 Planificación de Obra

La planificación de un proyecto de construcción es un proceso fundamental para el correcto desarrollo de la misma, la cual es explicada por Mattos y Valderrama (2014) diciendo que los profesionales dedicados a esta área suelen comenzar por visualizar la tarea fundamental que permite que la obra se dé por concluida y a partir de esta organizan las actividades que estén involucradas con el cumplimiento de la misma, tomando siempre en cuenta que la secuencia de

procedimientos que se genere no será única sino que depende de cada proyecto y sus características como lugar, tiempo de ejecución, costo, recursos disponibles y otros.

2.2.5.6 Métodos para el Control de Obra

Tomando en cuenta la importancia de la planificación y control dentro de cualquier obra constructiva para que esta se pueda llevar a cabo correctamente, existen algunos métodos que facilitan estos procesos, permitiendo obtener mejores resultados, algunos de estos métodos son descritos por Según Pocaterra (2022):

Método Pert: En este método, se obtienen tres estimaciones de tiempo para cada actividad: un tiempo optimista, un tiempo NORMA 1 y un tiempo pesimista, en otras palabras, se estima probabilísticamente la duración de las actividades. Con este procedimiento, es posible derivar la probabilidad que un proyecto pueda ser realizado para una fecha dada, además de controlar la ejecución del mismo. El énfasis principal del PERT es el control del tiempo de cada actividad, y no tanto del costo involucrado.

Método CPM: El método CPM fue desarrollado por las empresas Dupont Company y Remington Rand Univac. Se puso en práctica en un intento fallido para la producción de nuevos trajes espaciales, lo que dio origen al material actualmente conocido como: Lycra. El objetivo del CPM era reducir el tiempo requerido para realizar el mantenimiento periódico de plantas y trabajos de construcción, determinando el tiempo óptimo y el costo total del proyecto. A diferencia del método PERT, en este otro método, el tiempo de duración de las actividades se considera fijo.

Ambos métodos tienen un punto de encuentro en el que a la misma red PERT, se le agregan las unidades de tiempo de cada actividad, para conseguir de esta forma el tiempo de duración en el camino crítico. A este método se le conoce como Pert-CPM y es una de las principales formas de realizar el correcto control de ejecución de una obra civil, ya que además de permitir obtener un tiempo esperado para la ejecución del proyecto, también es posible medir el avance del mismo mediante la verificación del cumplimiento de cada actividad.

2.2.5.7 Control de Calidad en Obra

Para iniciar, Besterfield (2009) describe la calidad como la relación entre el desempeño y las expectativas, donde un producto de excelente calidad suele ser aquel que cumple o rebasa las expectativas, en relación al uso que se le va a dar y al costo del mismo, de igual forma tiene relación con la capacidad que este tenga de cumplir las necesidades para las cuales fue creado, tomando en cuenta que la calidad suele ser subjetiva y depende de los requerimientos de cada cliente.

Enfocando este concepto a las obras civiles, el control de calidad se refiere a la supervisión que debe hacer el profesional encargado de que se cumplan todos los procesos relacionados con el proyecto y además se cumplan todas las especificaciones y normativas pertinentes.

2.2.6 Indicadores de Gestión de Obras

Los indicadores de gestión comprenden un sistema de control que busca facilitar las actividades de planeación y control de un grupo operativo, con el objetivo de proveer información oportuna y efectiva sobre el comportamiento de las variables a las cuales perteneces. De esta manera se busca generar rangos de autonomía de decisión y acción razonables para los usuarios de este tipo de sistema. Estos indicadores pueden ser usados en cualquier tipo de organización, por lo tanto, en la industria de la construcción, resultan ser un importante aliado al momento de la planificación y gerencia de obras civiles.

En este ámbito, los indicadores de gestión permiten medir el desempeño y progreso de las obras de construcción, además de medir el éxito de la empresa en términos de eficiencia, calidad, seguridad, costos, plazos, satisfacción del cliente y otros aspectos relevantes. De igual forma permite a la empresa tomar decisiones informadas para mejorar la calidad de sus obras civiles. En base a esto Mendivelso, D (2021, p.6) expone: “La ingeniería civil tiene un reto grande en mejorar y aplicar indicadores y métodos que disparen la productividad, esto debido a la poca elasticidad que se presenta en el sector de la construcción, a los tiempos de entrega y a los ajustados presupuestos e inversiones que el sector tiene”.

2.2.6.1 Cuadro de Mando Integral

El Cuadro de Mando Integral, también llamado Balanced Scorecard, es una herramienta de gestión empresarial creada por Robert Kaplan y David Norton en 1992. Es un cuadro mediante el cual se complementan distintos indicadores ya definidos en las áreas de finanzas, clientes, procesos internos y recursos humanos, con los que se busca medir la situación y evolución de una empresa para posteriormente convertir la estrategia en objetivos a través de planes de acción. “El cuadro de Mando debería basarse en una serie de relaciones de causa-efecto, derivadas de la estrategia, incluyendo estimaciones de los tiempos de respuesta y magnitudes de los vínculos entre las mediciones del Cuadro de Mando” (Norton, D y Kaplan, R., 1996)

En la industria de la construcción el Cuadro de Mando Integral permite medir y monitorear el desempeño de las distintas áreas del proyecto. Para el uso de este sistema la empresa debe identificar sus objetivos estratégicos y en función de estos definir los indicadores de gestión

correspondientes, para posteriormente estudiar estos objetivos y establecer un sistema de seguimiento a las metas planteadas. Además, este sistema es adaptable a las necesidades de la empresa y el proyecto, por lo que es una herramienta útil para un correcto desempeño de cualquier proyecto.

2.3 Bases Legales

Se refiere a todas las normativas y leyes vigentes relacionados con el presente proyecto, que sirven como base o sustento legal para el mismo, de modo que permita realizar el diseño de una estructura mixta y una de concreto armado de la manera más adecuada, para posteriormente realizar la comparación de costos constructivos de las mismas, dichas leyes son mencionadas a lo largo del trabajo y especificadas a continuación:

NORMA VENEZOLANA FONDONORMA 1618-2016. Edificaciones. Estructuras metálicas. Parte 1: Especificaciones generales para el diseño

Inicialmente se destaca que esta norma indica todas las consideraciones a tomar para el diseño y cálculo de una estructura de acero, incluyendo solicitaciones, combinaciones de carga, materiales y otros factores resaltantes. Por otra parte, incluye las consideraciones para el cálculo de edificaciones mixtas acero-concreto; esto incluyendo las nuevas edificaciones, así como evaluaciones y rehabilitaciones de estructuras ya existentes. De esta forma se expresa en el Capítulo 1 de la mencionada norma:

La presente norma aplica para el diseño de sistemas estructurales en acero o en sistemas donde el acero estructural y el concreto actúen de manera conjunta como sección mixta. Esta norma establece criterios para el diseño, fabricación y el montaje de estructuras de acero para edificaciones y otras construcciones. La designación “otras construcciones” comprende aquellas que poseen estructuras diseñadas, fabricadas y montadas de manera semejante a las de las edificaciones, las cuales están conformadas por miembros resistentes a cargas verticales y laterales

Cabe mencionar que de los capítulos más utilizados de la ya mencionada norma se encontraran:

- Capítulo A. Consideraciones Generales
- Capítulo B. Requisitos de diseño
- Capítulo I. Diseño de miembros mixtos

NORMA VENEZOLANA COVENIN 1756-2019. Edificaciones Sismorresistentes

Ante todo, esta norma se encarga de establecer los criterios a seguir para el cálculo estructural en zonas donde hay posibilidad de que exista un sismo, tomando en cuenta los criterios

de diseño y las exigencias que indica la Ley para este tipo de edificaciones, todo esto con el fin de hacer las estructuras lo más seguras posibles ante este tipo de eventos y de esta forma preservar la vida de quienes hagan uso de las mismas, así como disminuir los daños económicos que generan estos sucesos. Esto según lo indicado en el capítulo 1:

Las prescripciones de esta norma tienen como objetivos: a) establecer criterios y procedimientos mínimos para el análisis, diseño y evaluación de edificaciones tipificadas sujetas a la acción de movimientos sísmicos: b) especificar acciones sísmicas para la aplicación a todo tipo de construcciones según su desempeño esperado.

En el caso de esta norma los capítulos más utilizados como guía para el presente trabajo de grado serán:

- Capítulo 3. Clasificación de las Construcciones
- Capítulo 5. Caracterización del sitio
- Capítulo 8. Requisitos de Modelado, Análisis y Diseño
- Capítulo 9. Métodos de Análisis.

NORMA VENEZOLANA COVENIN 1753-2006. Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural.

Es importante indicar que esta norma es la encargada de regir y establecer los requisitos necesarios para cualquier edificación en concreto armado que se realice en el país, en la que se establecen formas de diseño, materiales, condiciones de carga y otros factores relevantes. Adicionalmente, incluye todos los aspectos que inciden en el correcto desarrollo de una obra civil de este tipo, así como todos los tipos de edificaciones que se puedan presentar, incluyendo también las modificaciones a las ya existentes. Así lo indica la mencionada norma en su capítulo 1.1:

Esta norma establece los requisitos para el proyecto y la ejecución de edificaciones de concreto estructural que se proyecten o construyan en el territorio nacional. Aplica a todos los aspectos relativos al proyecto, construcción, inspección, supervisión, mantenimiento, evaluación, adecuación o reparación, así como también a las propiedades y aseguramiento de calidad de los materiales. Las obras temporales o provisionales deben cumplir con las disposiciones de esta norma.

De igual los capítulos más relevantes para el proyecto en curso serán:

- Capítulo 3. Materiales.
- Capítulo 7. Requisitos para el detallado del Acero de Refuerzo
- Capítulo 8. Análisis y Diseño
- Parte 5 (Capítulos 13 al 15). Miembros o Sistemas Estructurales

- Capítulo 18. Requisitos Adicionales para el Diseño Sismorresistente

De acuerdo con el razonamiento que se han venido realizando, estas NORMAS venezolanas se basan en los lineamientos establecidos en las NORMAS internacionales siendo adaptadas a las situaciones que se presentan en Venezuela, de igual forma cumple con todos los objetivos que establece en primer lugar las mencionadas NORMAS internacionales, las cuales se mantienen en constante actualización para así poder controlar las consecuencias que se van generando en el desarrollo con el pasar de los años.

NORMA INTERNACIONAL AISC 360-19. Specification for Structural Steel Buildings. Especificaciones para Construcciones en Acero.

De igual manera estas normas logran que las edificaciones en acero cumplan con los requisitos de diseño, resistencia, rigidez y seguridad que son necesario conocer a la hora de realizar un proyecto, basándose en suministrar todos los conceptos, datos teóricos, consideraciones y prácticos necesarios para de esa manera lograr el diseño estructural en acero, así lo indican en el capítulo A: “La Especificación para Edificios de Acero (ANSI/AISC 360), en lo sucesivo referida simplemente como esta Especificación, se aplicará al diseño, fabricación y montaje de sistemas estructurales en acero o sistemas con acero estructural actuando en estructuras compuestas con concreto armado”.

NORMA INTERNACIONAL AISC 341-18. Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. Disposiciones sísmicas para edificios de acero estructural.

Ahora bien, en esta norma se detallan todas especificaciones que deben tener en consideración una estructura de acero al momento de un sismo. De esta manera, se consigue conocer y manejar las especificaciones establecidas, implementarlo en el cálculo estructural con los coeficientes o limitaciones establecidas, viendo que en Venezuela siendo un país con presencia de sismos, no se puede dejar pasar en el diseño de una edificación la presencia de cargas sísmicas, por lo que en el capítulo A lo detallan como:

Las disposiciones sísmicas para edificios de acero estructural, en lo sucesivo denominadas estas disposiciones, regirán el diseño, la fabricación y el montaje de elementos de acero estructural y conexiones en los sistemas resistentes a fuerzas sísmicas (SFRS), y los empalmes y bases de columnas en sistemas de pórticos por gravedad de edificios y otras estructuras con pórticos de momento, pórticos arriostrados y muros de cortante.

NORMA INTERNACIONAL ACI 318-19 Building Code Requirements for Structural Concrete. Requisitos para la Construcción con Hormigón Armado.

Del mismo modo en esta norma se consideran las disposiciones establecidas, basándose en el diseño en concreto, detallando todos los requisitos que se deben cumplir para poder construir elementos estructurales con la finalidad de que estos puedan ser funcionales, seguros y resistentes ante las cargas que están próximos a soportar, esto se puede confirmar con lo definido en el capítulo 1 de la NORMA : “ Este reglamento constituye un medio para establecer los requisitos mínimos para el diseño y construcción de concreto estructural, así como la aceptación del diseño y construcción de estructuras de concreto por parte de la autoridad competente y sus representantes”.

Siguiendo en el mismo orden de ideas, el cumplimiento de los requisitos mínimos busca la protección ciudadana ya que, es aplicable tanto para estructuras que están en fase de diseño hasta las que necesiten grandes restauraciones igualmente, considerando que la norma está en base a lo mínimo permitido para que se puedan llevar a cabo un proyecto estructural, cualquier dato que se obtenga por encima de él, puede ser utilizando siempre y cuando también se tomen en cuenta otros factores importantes como son funcionalidad, economía y durabilidad.

NORMA VENEZOLANA COVENIN 2000-2-1999. Sector Construcción. Mediciones y Codificación de Partidas para Estudios, Proyectos y Construcciones.

Es importante resaltar que esta norma se encarga de regir todo lo relacionado a los criterios para la creación de partidas y su respectiva medición, incluyendo cálculos métricos, materiales, transporte, limpieza, y otros elementos. Es importante para cualquier proyecto civil que incluya la gestión de obra el uso de esta norma ya que es una guía bastante detallada para que al momento de realizar cálculos métricos y en consiguientes presupuestos, estos sean lo suficientemente efectivos para la obra. De esa forma lo indica el capítulo 1 de la misma:

Esta norma establece los criterios para la determinación de los Cálculos Métricos y de las Partidas para el presupuesto del proyecto, y construcción de nuevas edificaciones que se ejecuten en el territorio nacional. Las obras temporales o provisionales también deberán cumplir con estas disposiciones. Por otra parte, la norma incluye los aspectos a tener en cuenta para partidas de obras preliminares, deforestación, demoliciones, remociones, estructuras, instalaciones sanitarias y especiales, transportes, entre otros.

2.4 Definición de Términos:

ASD (Allowable Strength Design): Es un método de diseño basado en las resistencias admisibles en el que se procura conseguir que los esfuerzos unitarios actuantes reales en los miembros

estructurales sean menores que los esfuerzos unitarios permisibles, aconsejados por el reglamento. (Casaca y Amaya, 2018)

Combinaciones de cargas: Es el cálculo general de una estructura con las sobrecargas más desfavorables que actúan en determinadas partes de la misma, de manera que los elementos tengan una resistencia de diseño al menos al menos igual a la requerida para que estos no colapsan con facilidad. (Álvarez, 2021)

Costo: Es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. (Pérez, 2008)

Conexión: Combinación de elementos estructurales y elementos de unión usados para transmitir fuerzas entre dos o más miembros. (AISC 360-16)

Estado Límite: La situación más allá de la cual una estructura, miembro o componente estructural queda inútil para su uso previsto (estado límite de servicio) o de alcanzar el agotamiento de su capacidad resistente (estado límite resistente). (AISC 360-16)

Fluencia: La fluencia es la pérdida de estabilidad dimensional (deformación plástica) que se produce en algunos materiales cuando las tensiones aplicadas crecen por encima de un determinado valor, denominado límite de fluencia. (Roda, 2022)

LFRD (Load and Resistance Factor Design): Es un método de diseño basado en los factores de carga y resistencia en el cual el estado límite es aquella condición de la estructura en la cual cesa de cumplir sus funciones. (Casaca y Amaya, 2018)

Perfiles de acero: Son estructuras que se utilizan en el sector de la construcción para realizar el soporte y unión en un edificio, se puede trabajar como tensión, compresión, flexión, torsión, entre otras. (ESCON, 2020)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Es importante indicar que según Arias (2012 p.110): “La metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado”. Por lo tanto, en el presente capítulo se explicó la forma en la que se llevarán a cabo los objetivos anteriormente indicados, empleando herramientas metodológicas que permitirán realizar el Estudio Comparativo de Costos Constructivos entre una Estructura Mixta y una de Concreto Armado.

3.1 Tipo de Investigación

Es importante resaltar que a la hora de abordar una problemática o de buscar información sobre un tema en específico, se debe conocer el tipo de investigación, para así en base a los objetivos del trabajo de investigación planteados poder llevar una estructura adecuada y rigurosa para el manejo de los conocimientos científicos que se van adquiriendo y los resultados obtenidos, sin perder el enfoque que se le quiere dar, manteniendo así la idea clara en la información que se va a manejar, esto lo establece Palella y Martins (2006) como : “El tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar. Orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones y datos necesarios” (p.97).

En el mismo orden de ideas, el trabajo de investigación considerando su características, cualidades, información, el tratamiento de datos y variables se encuentra definido como de tipo comparativa, debido a que se realizó un análisis comparativo de costos constructivos entre una estructura mixta y una estructura de concreto armado, evaluando para este fin el diseño, rentabilidad y funcionalidad, que pueden tomarse en cuenta cuando se quiere elaborar un proyecto estructural, además de luego procesar la información obtenida por cada método de manera de establecer entre ellos relaciones de costos. Este tipo de investigación es explicado en el Manual para la Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos de Trabajos de Grados, Trabajos de Gado, tesis Doctoral e Informe de Pasantía y Extramuros de la Universidad

José Antonio Páez (2020, p.11) como:

Se realizan comparaciones de comportamientos u otros rasgos en uno o más eventos, en contextos o grupos diferentes. Usualmente, se realiza entre dos o más grupos, para ello se describen los fenómenos y se clasifican los resultados obtenidos, sin establecer relaciones de causalidad. Permiten discriminar los posibles factores intervinientes o moderadores del fenómeno evento en estudio y establecer semejanzas y diferencias.

3.2 Diseño de la Investigación

En relación con el Diseño de la Investigación Arias (2012, p.27) indica: “El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación que se realizó se puede clasificar en: documental, de campo y experimental”. Este aspecto forma parte importante de cualquier proyecto investigativo ya que ofrece una forma de enfocar la investigación, tomando en cuenta que la determinación o escogencia de uno u otro diseño de investigación viene dada por dos formas: el origen de los datos y la manipulación de las condiciones en las cuales se da el estudio que se quiere realizar.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, la presente investigación corresponde a un diseño de investigación de campo debido a que al momento de realizar el diseño estructural y posteriormente el análisis y comparación de costos constructivos de dos estructuras: una estructura mixta con una de concreto armado de donde se recolectarán datos que no serán manipulados ni alterados por el investigador y que serán de ayudar para poder obtener y concluir los resultados de la investigación. En función al diseño de investigación de campo Tamayo y Tamayo (2004) explica:

Cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominamos primarios, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas. Conviene anotar que no toda la información puede alcanzarse por esta vía, ya sea por limitaciones especiales o de tiempo, problemas de escasez o de orden ético. (p. 110)

3.3 Nivel de la Investigación

El Nivel de Investigación es descrito por Arias (2012 p.23) como: “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”, de este modo es un factor importante a tomar en cuenta al realizar el presente trabajo de investigación, debido a que indica el propósito, enfoque y los fines que se persiguen con la misma, sabiendo que en función a esto existen diferentes niveles de investigación.

Por otra parte, Sampieri y colaboradores (2014, p. 89) indica: “... del alcance del estudio depende la estrategia de investigación. Así, el diseño, los procedimientos y otros componentes del proceso serán distintos en estudios con alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo”. Tomado esto en cuenta la presente investigación es de carácter descriptivo ya que busca analizar y describir los costos que se generan en una obra civil al realizar una estructura mixta y los mismos al realizar una estructura tradicional de concreto armado en base a ciertos parámetros o variables, con el fin de posteriormente establecer un análisis comparativo de ambos métodos y determinar cuál es la más rentable para determinadas situaciones. Esto tomando en cuenta lo indicado por Palella Y Martins (2006) acerca de las investigaciones descriptivas:

El propósito de este nivel es el de interpretar realidades de hecho. Incluye descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos. El nivel descriptivo hace énfasis sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente (p.102)

3.4 Población y Muestra

Siguiendo el mismo orden de ideas, en una investigación se deben tomar en cuenta la población que serán los distintos elementos para poder llevar a cabo dicha investigación ya que es en donde se podrá obtener información, para después ser analizarla y estudiarla, esto lo define Palella y Martins (2006, p.115) como: “La población de una investigación es el conjunto de unidades de las que se desea obtener información y sobre las que se van a generar conclusiones.”. Con relación a lo anteriormente mencionado, se estudió una población con el fin de conseguir datos que serán de aporte para el trabajo de investigación. En base a lo indicado, la presente investigación tiene por una parte una población finita conformada por las dos estructuras a diseñar y posteriormente a comparar, la cual será una en concreto armado y otra mixta, ambas ubicadas en la ciudad de Valencia.

Por otra parte, la muestra es definida por Palella y Martins (2006, p. 116) como: “Representa un subconjunto de la población, accesible y limitado, sobre el que realizamos las mediciones o el experimento con la idea de obtener conclusiones generalizables a la población”. Tomando esto en cuenta, en toda investigación se debió analizar un porcentaje de la población en estudio siendo la porción que más se destaca de ella consiguiendo de ello una información para concreta y general de los elementos estudiados. En el caso del presente estudio por ser una población pequeña y finita, la muestra fue de tipo censal, es decir que estuvo conformada por la población en general.

3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

En primer lugar, a la hora de realizar un trabajo de investigación se debe tener conocimiento de las técnicas e instrumentos que se utilizarán para realizar la recolección de los datos de dicha investigación, es por ello, que permiten organizar de forma ordenada la información, valores y puntos de interés que se van obteniendo considerando los objetivos planteados que se quieren cumplir, con el fin de recopilar, almacenar y transportar dicho datos que serán necesarios y requeridos para que se lleve a cabo la investigación con una calidad adecuada.

3.5.1 Técnicas de Recolección de datos

Para comenzar, las técnicas de recolección de datos son establecidas por Palella y Martins (2006) como: “Las distintas formas o maneras de obtener la información” (p. 126), relacionado a esto, las técnicas de recolección de datos, permiten conseguir a través de varios métodos la información necesaria que se requiere en el trabajo de investigación por ello. Principalmente se utilizó la revisión documental como principal fuente de información para el presente proyecto.

3.5.1.1 Revisión Documental

Según Sampieri y colaboradores (2014) la revisión documental se basa en obtener información de forma principalmente bibliográfica tanto en físico como electrónico, la cual se estudiará y evaluará en cuanto a las modificaciones que pueden surgir del tema con el paso de los años, de esta manera poder recopilar datos beneficiosos para la investigación, siguiendo un mismo orden de ideas para que se pueda dar profundidad en el tema en estudio, en donde el investigador desea absorber conocimientos.

Además, la revisión documental va a contribuir a recopilar e interpretar información antigua o registros que es su momento no pudo ser tan utilizada o no se aprovechó en gran medida, pero con los avances que se han realizado con el pasar del tiempo, se encuentran datos que sustentan teorías o ideas actuales, ayudando a que los resultados que se presenten sean verificados, comprobados y analizados para posteriormente ser aplicados en la investigación.

3.5.2 Instrumentos de Recolección de Datos

Además, una vez seleccionada la técnica se hizo uso de los instrumentos para aplicarla, expuesto por Arias (2012, p. 53), como “Medios materiales que se emplean para recoger y almacenar información” con esto, se puede llevar un orden y registro de toda la información que se va obteniendo en el proceso de investigación, logrando cumplir con los objetivos establecidos siendo de ayuda para conseguir los resultados o soluciones de la problemática planteada.

3.5.2.1 Fichas

Siguiendo lo definido por Tamayo y Tamayo (2004, p.182) las fichas de trabajo son un instrumento utilizado en la revisión documental para recopilar los datos que se obtienen de ella, de forma organizada y clara, para luego poder considerarlos en conjunto con las ideas, conceptos y valores destacados que son de interés para la investigación. Además, las fichas ayudan a la redacción de la información que se vaya obteniendo, pudiendo ser analizada y evaluada de acuerdo a la importancia que tenga con respecto al tema de interés.

3.7 Técnicas de Análisis de Resultados

Las técnicas de Análisis de datos son parte fundamental de una investigación, ya una vez recolectada la información, se deben seguir una serie de etapas que permiten que esta sea procesada y analizada para poder llegar a conclusiones, en función a las Técnicas de Análisis de Resultados, Arias (2012, p. 111) indica:

En este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuere el caso. En lo referente al análisis, se definirán las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis-síntesis), o estadísticas (descriptivas o inferenciales), que serán empleadas para descifrar lo que revelan los datos recolectados.

- **Tablas:** Es uno de los mejores métodos para presentar datos, en la cual se presentan varios elementos que incluyen la leyenda, el título de las columnas y el cuerpo, los cuales deben estar correctamente ordenados para que la información pueda ser entendida con facilidad.
- **Gráficos:** Es la representación de datos numéricos mediante líneas o símbolos con el objetivo de interpretar más fácilmente, de esta manera se demuestran los datos de una forma más adecuada, tomando en cuenta que se debe elegir el tipo de gráfico que más se adapte a la información obtenida.
- **Histogramas:** Es la representación gráfica de datos donde una variable es expresada en forma de barras y la información es agrupada en intervalos numéricos, de manera que se obtiene una representación más precisa de la misma.
- **Programas Computacionales:** Son software que mediante una secuencia compleja de instrucciones y procesos cumplen una tarea específica. En el caso de esta investigación se utilizará el ETABS, un software de análisis estructural y dimensionamiento de edificios con el cual se realizará el cálculo y diseño de las dos estructuras a plantear. De igual forma se utilizaron programas secundarios como

Maprex para la determinación de los costos constructivos y todo lo relacionado con estos.

3.8 Fases Metodológicas

Las fases metodológicas permiten obtener un plan secuencial de los procedimientos a realizar para llevar a cabo esta investigación y por lo tanto cumplir el resultado esperado, de modo que estas se desarrollan teniendo como base fundamental los objetivos específicos de la investigación. De esta forma el presente proyecto se desarrollará a partir de cuatro fases descritas a continuación:

FASE I: Diseño de una estructura mixta y esta misma en concreto armado, utilizando el software de análisis estructural ETABS.

Inicialmente, para realizar el diseño de una estructura mixta y esta misma en concreto armado se realizó la revisión de material bibliográfico relacionado con la investigación, el funcionamiento de ambos materiales por separado y la forma más óptima en base a su rentabilidad y funcionamiento de utilizarlos en conjunto, así como anteriores diseños de estructuras mixtas de manera que servirán como base para el diseño a realizar. Seguidamente, se realizó el cálculo estructural de ambos modelos, tomando en cuenta el tipo de estructura diseñada, las solicitaciones respectivas, el tipo de terreno planteado, así como el cálculo de vigas, columnas, losas, fundaciones y demás elementos requeridos, todo esto en función de los requisitos presentes en las normas respectivas. En este caso, se utilizó el Software de Análisis Estructural ETABS, mediante el cual se optimizó el cálculo a realizar, además de facilitar la selección de tipos de acero, tipos de concreto, tipos de conexiones, así como las dimensiones de todos los elementos que formaron parte de las edificaciones.

FASE II: Establecimiento de los costos constructivos incluyendo maquinaria, equipo, mano de obra y materiales, para las dos estructuras diseñadas.

Seguidamente y luego de que se obtuvieron los requerimientos y permisos indispensables para el proceso constructivo de ambas estructuras se determinaron los materiales y a partir de estos maquinarias, equipos y mano de obra logrando estimar los costos relacionados a cada uno de estos aspectos. En esta fase, a través del uso del programa de control de obras Maprex, se realizaron los Cómputos Métricos, Análisis de Precios Unitarios, Planificación de Obra y se estudiará el Presupuesto de Obra, de esta manera se toman en cuenta todos los elementos que forman parte de la puesta en marcha de una obra civil y que de una manera u otra generaron costos ya sean directos

o indirectos, que se consideran al momento de hacer la evaluación de los costos en el tiempo establecido o acordado, observando si hay un aumento o disminución en el estudio de gastos de la obra, a medida que estos aparecen en el desarrollo de la construcción del proyecto. Además, se verificó la duración de la obra por medio de diagramas de Gantt, basándose en los rendimientos teóricos de cada partida

FASE III: Comparación de los costos constructivos entre la estructura mixta y la de concreto armado.

En el caso de esta fase, se realizó la comparación de los costos que se obtuvieron en la fase anterior, igualmente esta se desglosó en equipo, maquinaria, mano de obra y materiales, de manera que se pudieron obtener datos sobre cuál de los dos modelos de estructuras es el más apropiado para las condiciones y características de diseño planteadas en el proyecto, para esto se utilizaron como herramientas de cotejo, cuadros comparativos, de manera que los resultados que se hayan obtenido en las fases anteriores sean lo más claros y organizados posibles.

FASE IV: Definición de los distintos indicadores de gestión de obras, para las dos estructuras planteadas.

Por último y luego de haber obtenido la información generada en todas las fases anteriores, de haber realizado los cálculos estructurales, y habiendo ya determinado todas las partidas de obras con sus costos respectivos, se definieron los distintos indicadores de gestión relacionados a las dos estructuras planteadas anteriormente, De igual forma, estos variaron de acuerdo a los resultados obtenidos y los aspectos que se definieron como necesarios en cada obra durante la investigación, además estos permitieron medir de una forma más precisa los resultados del proyecto. Además, a partir de los indicadores ya establecidos se realizó un cuadro de mando integral, considerándolo una herramienta importante tanto para el control de la obra como para la toma de decisiones y la misma, de esta forma se dio respuesta numérica a los indicadores que ya habían sido estudiados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el presente capítulo se desarrollaron las fases metodológicas detalladas en el capítulo III, las cuales se encuentran ordenadas de forma secuencial en: Fase I (Diseño de las estructuras), Fase II (Establecimiento de los costos constructivos), para llevar a la Fase III (Comparación de los costos constructivos) y por último la Fase IV (Definición de los distintos indicadores de gestión). Sin dejar de mencionar que con apoyo de la técnica de recolección de datos se representan los datos obtenidos para ejecutar el estudio comparativo de costos constructivos entre una estructura mixta y una de concreto armado partiendo del diseño estructural.

4.1 Diseño de una estructura mixta y esta misma en concreto armado, utilizando el software de análisis estructural ETABS.

4.1.1 Diseño en concreto Armado

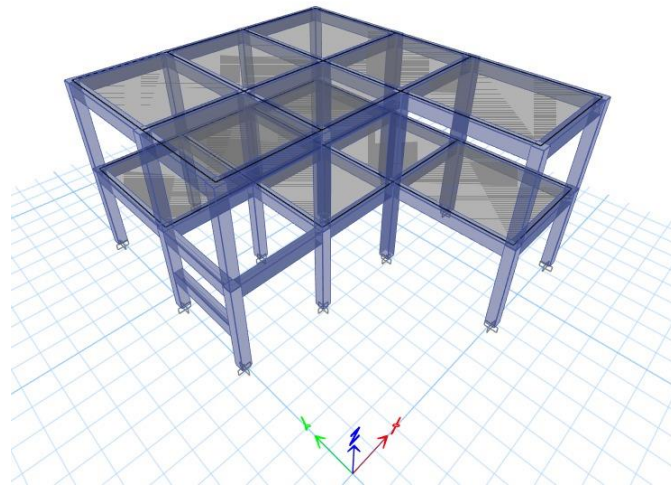


Figura 4: Modelo estructural de concreto armado

Fuente: Software ETABS

Información general

Primeramente, la estructura en estudio de uso residencial está compuesta por 2 niveles con una altura de 3 metros cada uno respectivamente, realizada en concreto armado, posee una losa de entrepiso de tipo nervada con un espesor de 25 cm, cuenta con una escalera la cual también fue realizada en concreto armado. Además, el modelo toma en consideración las rigideces de todos los

elementos estructurales como columnas, diafragmas, vigas y losas de entrepiso que actúan conjuntamente y conforman la estructura.

Materiales

Seguidamente por el tipo de elemento estructural utilizado, por el uso que tiene la edificación y su nivel importancia dentro del sistema sismo resistente, se utilizaron dos diferentes tipos de concreto, en donde se considera su peso por unidad de volumen, módulo de elasticidad, resistencia a la compresión lo cuales se encuentran especificados en el cuadro 1.

Cuadro 1: Especificaciones del concreto. Modelo en concreto armado

Concreto					
	Vigas	Columnas	Entrepiso	Escalera	Fundaciones
Peso	2400 kgf/m ³	2400 kgf/m ³	2400 kgf/m ³	2400 kgf/m ³	2400 kgf/m ³
f'c	210 kgf/cm ²	210 kgf/cm ²	210 kgf/cm ²	210 kgf/cm ²	250 kgf/cm ²
E	2188197900 kgf/m ²	2188197900 kgf/m ²	2188197900 kgf/m ²	2188197900 kgf/m ²	2387519000 kgf/m ²

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Además, en el diseño de la estructura en concreto armado se utilizó un acero de refuerzo de tal manera que se pueda garantizar la seguridad, ductilidad, resistencia y durabilidad de la edificación en base a los requerimientos de la edificación, teniendo las especificaciones establecidas en el cuadro 2.

Cuadro 2: Especificaciones del acero de refuerzo. Modelo en concreto armado

Acero de refuerzo	
	Longitudinal/Cortante
Fy	4200 kgf/cm ²
Grado	60
E	2100000 kgf/cm ²
Peso	7850 kgf/m ³

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Cargas

Para el diseño de la estructura se consideran las cargas gravitatorias debidas al peso de todos los componentes estructurales y no estructurales que se encuentran, así como pisos, tabiques y demás cargas que se estén fijas en la estructura sin dejar de mencionar las cargas variables

generadas por el uso o función de la edificación ya definido para este caso de uso residencial, todos son valores obtenidos de la Norma COVENIN 2002-1988 representadas en el cuadro 3 y 4 respectivamente.

Cuadro 3: Cargas Gravitacionales. Modelo en concreto armado

Cargas Gravitacionales		
	Entrepiso	Techo
CV	175 kgf/m ²	100 kgf/m ²
SCP	190 kgf/m ²	54 kgf/m ²

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Cuadro 4: Peso Propio de cada elemento estructural. Modelo en concreto armado

Peso Propio	
Losa Entrepiso	315 kgf/m ²
Losa Techo	315 kgf/m ²
Viga	140 kgf/m ²
Columna	100 kgf/m ²

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Predimensionado

En base a lo anteriormente expuesto se realizó el predimensionado de los elementos estructurales, en el caso de la losa considerando la figura 5 que muestra la tabla 9.6.1 de la Norma COVENIN 1756-2019 se determinó su espesor mínimo permitido por norma, teniendo una longitud mínima de 9.5m, quedó armada en la dirección “X”, con un espesor total de 25cm. Se destaca que para ese espesor la tabla 4.3 Pesos probables de elementos constructivos establece un peso de 315 kgf/m² para ese espesor de losa nervada armada en una dirección.

TABLA 9.6.1 ALTURA MÍNIMA DE VIGAS O ESPESOR MÍNIMO DE LOSAS, A MENOS QUE SE CALCULEN LAS FLECHAS

MIEMBROS	ALTURA O ESPESOR MÍNIMO, h			
	Miembros que no soportan ni están unidos a componentes no estructurales susceptibles de ser dañados por grandes flechas			
	Simplemente apoyado	Un extremo continuo	Ambos extremos continuos	Voladizo
Losas macizas	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o Losas con nervios en una sola dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Figura 5: Tabla 9.6.1: Altura mínima de vigas o espesor de losas

Fuente: Norma COVENIN 1756-2019

(Tabla 4.3 Pesos Unitarios probables de Elementos Constructivos, continuación).

Losas Nervadas		Espesor total cm	Peso kgf/m ²
3.3.1	Armadas en una dirección	20	270
		25	315
		30	360
		35	415
3.3.2	Armadas en dos direcciones	20	315
		25	375
		30	470
		35	510

Figura 6: Tabla 4.3: Peso Unitario probables de Elementos Constructivos, continuación

Fuente: Norma COVENIN 1756-2019

Seguidamente, para el predimensionado de vigas y columnas (Esquineras, laterales y centro) de la estructura en concreto armado con las cargas gravitacionales definidas y el peso respectivo, se obtuvo la carga de servicio de entrepiso 680 kgf/m² y la carga de techo 469 kgf/m² con las cuales se hicieron los cálculos para determinar sus dimensiones, mostrados en el cuadro 5.

Cuadro 5: Dimensiones obtenidas por predimensionado.

Modelo en concreto armado

Predimensionado		
	Entrepiso	Techo
Vigas	30cmx40cm	30cmx40cm
Columnas	30cmx30cm	30cmx30cm

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Las dimensiones finales de los elementos estructurales en el caso de las vigas de entrepiso y techo serán las mismas que se encuentran establecidas en el predimensionado, para las columnas el cuadro 6.

Cuadro 6: Dimensiones finales de las columnas de entrepiso y techo. Modelo en concreto armado

Dimensiones Columnas Entrepiso/Techo				
	A	B	C	D
1	-	-	35cmx35cm	35cmx35cm
2	35cmx35cm	35cmx35cm	35cmx40cm	35cmx50cm
3	35cmx35cm	35cmx35cm	35cmx40cm	35cmx50cm
4	35cmx35cm	35cmx35cm	35cmx35cm	35cmx35cm

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

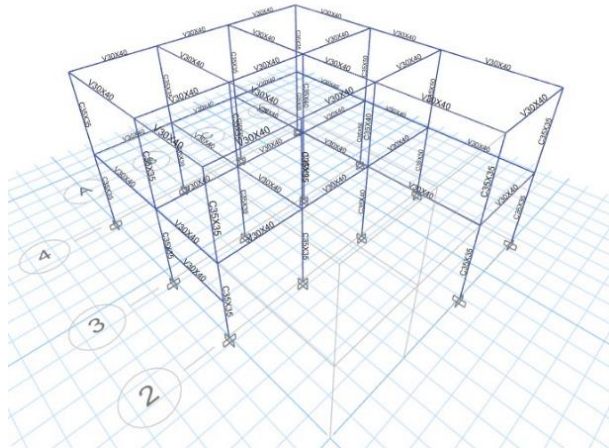


Figura 7: Secciones finales de Vigas y Columnas. Modelo en concreto armado

Fuente: Software ETABS

Acción Sísmica

Teniendo las especificaciones de la edificación como lo son: uso residencial, con un perfil geotécnico clase E, una condición topográfica Leve, profundidad de roca de 30 metros para finalmente estar ubicada en Valencia, Edo. Carabobo. Siguiendo la Norma COVENIN 1756-2019 se pudo hacer notar:

Tipo de edificación según su uso “B2” construcciones comunes

Clasificación según el uso, Sistema estructural y Nivel de diseño

Determinado por la tabla 4 (ver Figura 8) que el factor de importancia para un grupo B2 es de

$$\alpha = 1$$

TABLA 4. Factor de Importancia y Períodos Medios de Retorno para el Sismo de Diseño

Grupo de Importancia	Probabilidad de excedencia	PMR (años)	α
A1	2,5% en 50 años	1.975	2,0
A2	5% en 50 años	975	1,5
B1	7% en 50 años	689	1,2
B2	10% en 50 años	475	1,0
C	20% en 50 años	225	0,7

Figura 8: Tabla 4. Factor de importancia y periodos medios de retorno para sismo de diseño

Fuente: Norma COVENIN 1756-2019

En cuanto al sistema estructural cada edificación debe clasificarse según un tipo en base a sus características siendo una estructura aperturada con vigas y columnas conectada por juntas,

realizada en concreto armado mas no se consideran elementos que no poseen refuerzo transversal detallado por lo que es de tipo “I-a”.

Parámetros sísmicos

Seguidamente se determinó por medio de los mapas de amenaza sísmica de la Norma COVENIN 1756-2020 los parámetros sísmicos básicos.

Coefficiente de aceleración horizontal del terreno (A_0): 0,15

Coefficiente pseudo-aceleración espectral (A_1): 0,12

Periodo de transición espectral (TL): 3,9

Caracterización del sitio

Otro aspecto que se tomó en cuenta es la clase de sitio como ya se había especificado es Clase E según su perfil geotécnico que cuenta con un V_s entre 120 a 170 m/s como lo detalla en la figura 9

TABLA 7. Clase de sitio de los perfiles geotécnicos

CLASE	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA	V_{s30} (m/s)
A	Roca cristalina sana muy dura, sin fracturación ni meteorización notable.	> 1500
AB*	Propiedades intermedias entre las clases A y B.	1300 a 1500
B	Roca dura o formación similar (e.g. conglomerados), con eventual fracturación y un máximo de 5 metros de espesor de meteorización con $V_s \geq 350$ m/s.	850 a 1300
BC*	Propiedades intermedias entre las clases B y C.	650 a 850
C	1) Roca dura con espesor meteorizado superior a 5 metros. 2) Roca blanda (e.g. margas). 3) Arenas o gravas muy densas. 4) Arcillas muy duras.	400 a 650
CD*	Propiedades intermedias entre las clases C y D.	300 a 400
D	1) Arenas o gravas densas a medio-densas. 2) Arcillas duras. 3) Arcillas firmes de menos de 30 metros de espesor.	200 a 300
DE*	Propiedades intermedias entre las clases D y E.	170 a 200
E	1) Arenas sueltas o arenas limosas, con suficiente proporción de finos, no susceptibles de licuación, de acuerdo con 5.5. 2) Arcillas blandas, plásticas ($IP > 20$) u orgánicas, no incluidas en la Clase F.	120 a 170
F**	Arenas o arenas limosas susceptibles de licuación***, arcillas sensibles, arcillas expansivas, suelos cementados colapsables, turbas o arcillas orgánicas de más de 3 metros de espesor, arcillas con índice de plasticidad $IP > 75$ y más de 7 metros de espesor, arcillas firmes o blandas con más de 30 metros de espesor, rellenos artificiales con o sin pendiente y sitios con $V_{s30} < 120$ m/s.	variable; incluye el caso de $V_{s30} < 120$

Figura 9: Tabla 7. Clase de sitio de los perfiles geotécnicos

Fuente: Norma COVENIN 1756-2019

Luego, los factores de sitio comprendidos por la condición topográfica que se distinguen entre sitios de poca pendiente menor a 40% y situaciones de ladera mayores a 75%, dependiendo si son leves, moderadas o fuerte, mostrado en la figura 10, para una condición leve.

TABLA 11. Factores de condición topográfica

Condición topográfica (Ver 5.2.2)	F_A^T	F_V^T	F_D^T
Leve	1,00	1,00	1,00
Moderada	1,20	1,10	1,05
Severa	1,40	1,20	1,10

Figura 10: Tabla 11. Factores de condición topográfica

Fuente: Norma COVENIN 1756-2019

$$F_{AT} = 1$$

$$F_{VT} = 1$$

$$F_{DT} = 1$$

En segundo lugar, los Factores de Profundidad de Basamento rocoso indicando el espesor de sedimentos hasta la roca con una velocidad de onda $V_s \geq 1.000$ m/s dependiendo de su profundidad, en este caso con una profundidad de 30 metros se seleccionó con la figura 11.

TABLA 12. Factores de profundidad del basamento rocoso

H (m)	F_A^H	F_V^H	F_D^H
0	1,00	0,98	0,93
10	1,00	1,00	0,96
30	1,00	1,00	1,00
60	1,00	1,02	1,05
100	1,01	1,05	1,10
200	1,02	1,08	1,20
300	1,03	1,10	1,30
500	1,05	1,20	1,60
750	1,07	1,30	2,10
≥ 1.000	1,10	1,40	2,80

Figura 11: Tabla 12. Factores de profundidad del basamento rocoso

Fuente: Norma COVENIN 1756-2019

$$F_{AH} = 1$$

$$F_{VH} = 1$$

$$F_D H = 1$$

Con esto se determinan los Factores de Clase de sitio para periodos cortos, intermedios y largos de la tabla 8, 9 y 10 de la Norma COVENIN 1756-2019 respectivamente, quedando los siguientes valores:

Periodos cortos

$$\alpha * A_0 = 1,00 * 0,15 = 0,15 \quad \text{Ecuación (1)}$$

obteniendo $F_A C = 1,60$

Periodos intermedios

$$\alpha * A_1 = 1,00 * 0,12 = 0,12 \quad \text{Ecuación (2)}$$

obteniendo $F_V C = 2,94$

Periodos largos

$$F_D C = 2,65$$

Obteniendo los valores de sitio totales

Periodos cortos

$$F_A = F_A T * F_A H * F_A C = 1,6 \quad \text{Ecuación (3)}$$

Periodos intermedios

$$F_V = F_V T * F_V H * F_V C = 2,94 \quad \text{Ecuación (4)}$$

Periodos largos

$$F_D = F_D T * F_D H * F_D C = 2,65 \quad \text{Ecuación (5)}$$

Pasando a la Intensidad sísmica del diseño

$$A_A = F_A * \alpha * A_0 = 0,24 \quad \text{Ecuación (6)}$$

$$A_V = F_V * \alpha * A_1 = 0,353 \quad \text{Ecuación (7)}$$

Por consiguiente, con el dato de A_a y su grupo de importancia se pudo obtener el nivel de diseño establecido por la tabla 2 Niveles de diseño permitidos de la Norma COVENIN 1756-2019 un ND3 apoyado con la tabla 16 Limitación en el número de pisos para los Tipos/Subtipos estructurales de acuerdo al Sistema Sismorresistente, Material, Intensidad Sísmica (A_a) y Nivel de

Diseño (ND1, ND2, ND3) para su confirmación, lo cual arrojó que para un tipo de estructura I-a de concreto armado vigas y columnas con A_a mayor a 0,2 y un número de piso mayor a 2, es un nivel de diseño 3. De igual forma por medio de la tabla 13 Factor de Redundancia se escogió el factor de acuerdo a sus planos sismoresistentes y a sus vanos dando como cuenta con al menos tres planos con al menos tres vanos su factor de redundancia es igual a 1.

Sin dejar de mencionar, los valores de amortiguamiento en el cual la norma establece de 5% a excepción que se especifique lo contrario y del factor de amplificación espectral que para dicho valor de amortiguamiento es igual a 2,4.

$$T_D = T_L * \frac{F_D}{F_V} = 3,515 \quad \text{Ecuación (8)}$$

$$T_C = \frac{1}{2,4} * \left(\frac{A_V}{A_A}\right) = 0,613 \quad \text{Ecuación (9)}$$

$$T_B = 0,25 * T_C = 0,153 \quad \text{Ecuación (10)}$$

$$T_A = 0,25 * T_B = 0,031 \quad \text{Ecuación (11)}$$

Cumpliendo la condición $0,02 \leq T_A \leq 0,05$

Posteriormente, la Componente sísmica vertical apoyado de la tabla 19 de la Norma COVENIN 1756-2019 (ver Figura 12) para determinar su valor.

TABLA 19. Parámetros del espectro de la componente sísmica vertical

Clase De Sitio	Y_0	Y_{max}	Y_{min}	T_{CV} (s)	η_0	η_c
A, AB, B, BC	0,7	1	0,42	0,2	$0,85 + 0,5 \alpha A_0$	$1,45 - 1,5 \alpha A_0$
C, CD	0,8	1,3	0,36	0,3	$0,7 + \alpha A_0$	$1,36 - 1,2 \alpha A_0$
D, DE, E	0,9	1,6	0,3	0,4	$0,55 + 1,5 \alpha A_0$	$1,3 - \alpha A_0$

Figura 12: Tabla 19. Parámetros componente sísmica vertical

Fuente: Norma COVENIN 1756-2019

$$C_{SV}: \beta * A_A * \gamma_{max} * \eta_o$$

$$\gamma_{max}: 1,6$$

$$\eta_o: 0,55 + 1,5 * \alpha * A_o = 0,775 \quad \text{Ecuación (12)}$$

$$C_{SV}: \beta * A_A * \gamma_{max} * \eta_o = 0,714 \quad \text{Ecuación (13)}$$

$$CP = SCP + PP$$

$$Sv = C_{SV} CP$$

Para la combinación 4 y 5, 6 y 7 se usan los siguientes valores obtenidos de CP

$$CP = 1,2 + 0,3 * Sv = 1,414 \quad (4 \text{ y } 5) \quad \text{Ecuación (14)}$$

$$CP = 0,9 - 0,3 * Sv = 0,686 \quad (6 \text{ y } 7) \quad \text{Ecuación (15)}$$

En cuanto a el coeficiente de la rama espectral para periodos largos para una clase de sitio E tiene un valor de 2 según la tabla 17 de la Norma COVENIN 1756-2019, de igual forma el facto de reducción para pórticos de concreto armado, tipo I-a, con nivel de diseño 3, el factor de reducción de respuesta es igual a 4.

Periodo característico del espectro de respuesta inelástica

Según la tabla 18 de la norma mencionada anteriormente (ver Figura 13) para valores del periodo característico en segundos, con el valor de R definido.

TABLA 18. Valores del periodo característico T^+ en segundos

R	T^+
$R < 5$	$0,1 (R-1)$
$R \geq 5$	0,4

Figura 13: Tabla 18. Valores del periodo característico

Fuente: Norma COVENIN 1756-2019

$$T_t = 0,1 * (R - 1) = 0,3 \quad \text{Ecuación (16)}$$

Cumpliendo la condición $0,25 * T_c \leq T_t \leq T_c$

Espectro de Desplazamiento

Factor de sobrerresistencia $\Omega=3$

Factor de Amplificación del Desplazamiento

$$C_d = 4 + \frac{3}{4} = 4,75 \quad \text{Ecuación (17)}$$

Altura de la edificación $h_n = 6$

Se determinó el periodo fundamental aproximado con el dato del valor C_t seleccionado, Obtenido por medio de la Norma COVENIN 1756-2019 tabla 24 Valores de C_t , para determinar T_a , entonces $C_t = 0,07$

$$T_a = C_T * (h_n)^{0,75} = 0,268 \quad \text{Ecuación (18)}$$

Factor de irregularidad

$$F_I = 1$$

$$T = T_a = 0,268$$

Ordenada del espectro de Diseño

$$A_d = \rho * F_I * \frac{\beta * A_A}{R} * \left(\frac{T_C}{T_a} \right) = 0,329 \quad \text{Ecuación (19)}$$

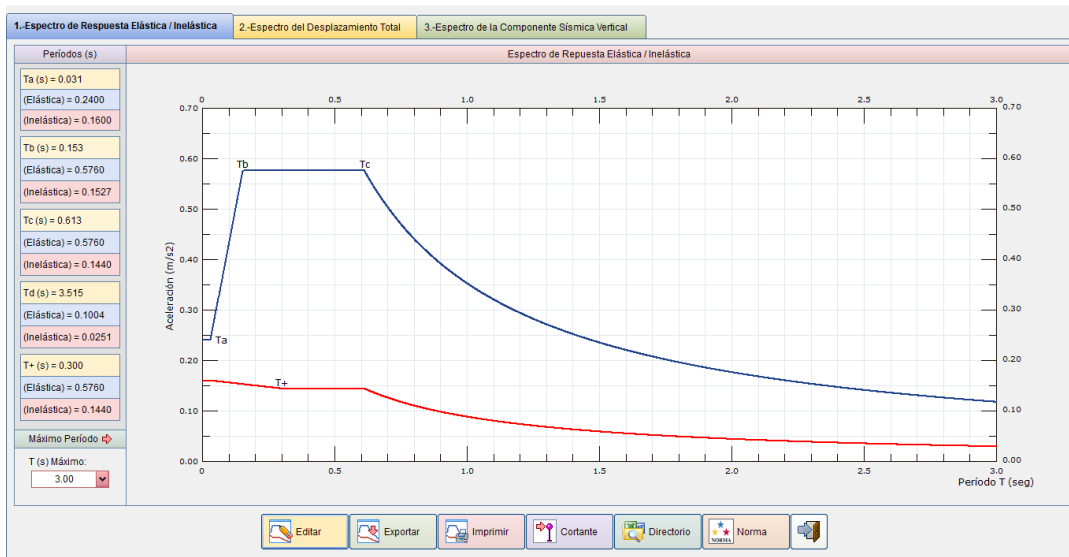


Figura 14: Espectro de diseño

Fuente: IP3-Espectro Sísmico

No se puede dejar de mencionar, que se realizó el cálculo de cortante basal y la verificación de coeficiente sísmico considerando que la edificación cuenta con dos niveles, el mayor de los valores dados (ver Ecuación 9), el factor de modificación de cortantes, en conjunto con la debida

corrección del cortante basal y el peso de la estructura, se obtuvo los siguientes valores finales cuadro 8.

Cuadro 7: Resultados del cálculo del cortante basal y verificación del coeficiente sísmico. Modelo en Concreto Armado

Coeficiente sísmico		Cortante basal		Cortante basal corregido		Coeficiente dinámico	
C	Mínimo	X	Y	X	Y	X	Y
0,316	0,06	17,2216 ton	16,9850 ton	42,4684 ton	42,4625 ton	0,316	0,316

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Aspectos eólicos

Se debe destacar que al realizar el diseño y cálculos correspondientes no se ha tomado en cuenta el efecto del viento sobre la estructura, debido a que las combinaciones de cargas indicadas en la norma no consideran los eventos sísmicos y la acción eólica de manera simultánea debido a que es poco probable, de forma que, al estar considerándose una zona sísmica importante la acción de los sismos será predominante en el diseño.

Combinaciones de Carga

Por consiguiente, las estructuras están diseñadas para satisfacer los requisitos de resistencia y capacidad de servicio garantizando la seguridad de la edificación evitando que colapse con facilidad, por lo es muy importante considerar las combinaciones de cargas al momento de realizar un diseño estructural, teniendo presente los tipos de cargas existentes, factores de mayoración y la incidencia sísmica. Se utilizó las combinaciones de cargas definidas por la Norma COVENIN 1753-2006 diseñando con la combinación más desfavorable (UDCON3) con un valor de 853.5 kgf/m²

Revisión de Periodos y masas participativas

Se considera que la sumatoria de acumulada de ser igual o mayor al 90% de la masa correspondiente al peso sísmico efectivo de la estructura en cada dirección, en base a lo establecido en la Norma COVENIN 1756-2019.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.232	0.9076	6.428E-06	0	0.9076	6.428E-06	0	3.802E-06
Modal	2	0.212	1.94E-05	0.8849	0	0.9076	0.8849	0	0.2222
Modal	3	0.193	0.0009	0.0029	0	0.9085	0.8878	0	8.494E-07
Modal	4	0.082	0.0906	0.0002	0	0.9992	0.888	0	0.0009
Modal	5	0.075	0.0004	0.0993	0	0.9996	0.9872	0	0.6641
Modal	6	0.067	0.0004	0.0128	0	1	1	0	0.1128

Figura 15: Periodos y masas participativas. Modelo en concreto armado

Fuente: Software ETABS

Verificación de Derivas

Se debe tomar en cuenta el control de los desplazamientos permitidos por la Norma COVENIN 1756-2019 siendo la diferencia del desplazamiento total en la parte superior e inferior del piso.

TABLA 25. Valores límites de la relación de deriva lateral total $\bar{\Delta}_i$ para el Sismo de Diseño

Tipo y disposición de los elementos no estructurales	Grupo de Importancia		
	A1, A2	B1	B2, C
Componentes frágiles susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0,008	0,010	0,012
Componentes dúctiles susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0,012	0,016	0,018
Componentes no susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0,016	0,020	0,022

Figura 16: Tabla 25: Valores límites de la relación de deriva

Fuente: Norma COVENIN 1756-2019

Cuadro 7: Valores de Derivas. Modelo en concreto armado

Caso	UX cm	UY cm	Delta desp X	Delta desp Y	H = 300		R = 4	
					Deriva Elastica X	Deriva Elastica Y	Deriva Inelastica X	Deriva Inelastica Y
Sx	0.6846	0.0737	0.3197		0.0011		0.0034	
Sx	0.3649	0.0397	0.3649		0.0012		0.0039	
Sx	0	0	0.0000		0.0000		0.0000	
Sy	0.0797	0.5567		0.2741		0.0009		0.0029
Sy	0.0393	0.2826		0.2826		0.0009		0.0030
Sy	0	0		0.0000		0.0000		0.0000

Fuente: Software ETABS

Acero en los elementos estructurales

Seguidamente, se calculó el acero de las vigas considerando una falla controlada por tracción y las columnas con una falla controlada a compresión mostrando el diagrama de interacción y refuerzos a cortantes, obteniendo los siguientes aceros cuadro 8 y 9 respectivamente.

Cuadro 8: Acero en las vigas. Modelo en concreto armado

Aceros			
Vigas	Longitudinal	Superior	4Ø 1/2"
		Inferior	4Ø 1/2"
	Transversal (estribos)		1Ø 3/8"@15cm

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Cuadro 9: Acero en las columnas. Modelo en concreto armado

Acero Columnas		
Sección	Longitudinal	Transversal
35cmx35cm	12Ø 1/2"	1Ø 1/2"@15cm
35cmx40cm	14Ø 1/2"	1Ø 1/2"@15cm
35cmx50cm	16Ø 1/2"	1Ø 1/2"@15cm

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

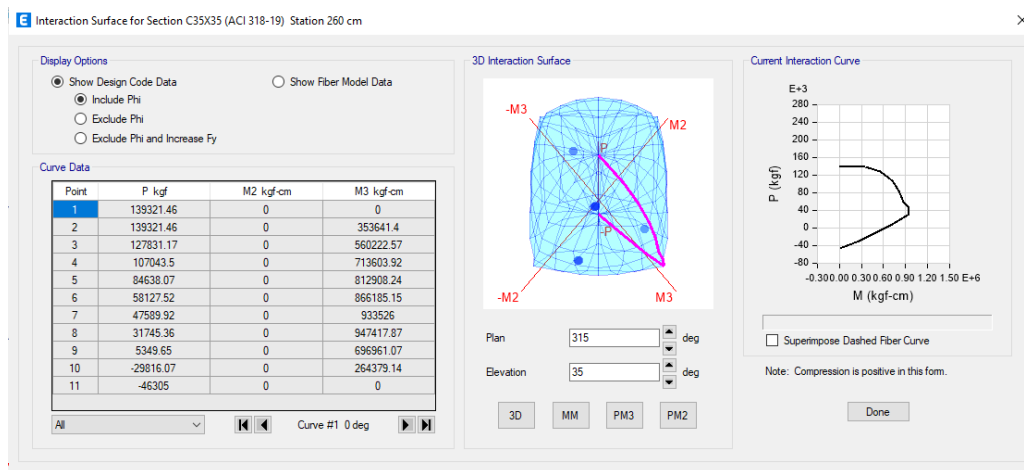


Figura 17: Diagrama de interacción de la columna (35cmx35cm). Modelo en concreto armado

Fuente: Software ETABS

Acero losa de entrepiso y techo

También se hicieron los cálculos en donde se determinó el acero de la losa nervada de la estructura en concreto armado, considerando las cargas, las dimensiones de la loseta y el nervio, los momentos positivos y negativos con respecto a la Norma ACI 318-19 según su tabla 6.5.2 con el caculo del acero mínimo y la verificación a cortante, obteniendo los siguientes aceros especificados en el cuadro 10.

Cuadro 10: Acero Losa Nervada. Modelo en concreto armado

Acero Losa Nervada		
	Longitudinal	Transversal
Superior	1Ø 3/8" C/NERVIO	1Ø 1/2"@25cm
Inferior	1Ø 3/8" C/NERVIO	

Fuente: Castellano, Marrero (2023).

Fundaciones, Pedestales y Viga de riostra

En otro aspecto, se realizó el cálculo de las fundaciones con la cargas y momentos últimos de diseño, tomando como valor referencial del esfuerzo admisible del suelo $1,25 \text{ kg/cm}^2$. Además, se realizaron chequeos por deflexión, por corte y por punzonado, verificando que las condiciones cumplan adecuadamente, además del cálculo de viga de riostra con los valores máximos de las fundaciones y definidos pedestales para la estructura de concreto armado estudiada, mostrando los datos en el cuadro 11.

Cuadro 11: Secciones finales de Fundaciones, Viga de riostra y Pedestales. Modelo en concreto armado

Fundaciones	
Tipo I	150cmx150cm
Tipo 2	130cmx130cm
Tipo 2´	130cmx130cm
Tipo 3	100 Cmx100cm
Viga de Riostra	
VR1	20cmx40cm
VR2	20cmx35cm
VR3	15cmx30cm

Pedestal	
PD1	45cmx45cm
PD2	55cmx55cm

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Acero en Fundaciones y Viga de riostra

Seguidamente, se realizó el cálculo de los aceros para las fundaciones divididas en tipo en base a las cargas de servicio que actúan en cada una de ellas, consideran que la tipo 2 y tipo 2' varían con respecto al tamaño de su pedestal, detallando el acero mínimo por retracción y temperatura, según norma. En este caso siendo mayor que el requerido a flexión.

Cuadro 12: Acero de Fundaciones, vigas de riostra y pedestal.

Modelo en concreto armado

Acero Fundaciones		
	Longitudinal	Transversal
TIPO I	1Ø 1/2"@15cm	1Ø 1/2"@15cm
TIPO2=TIPO 2'	1Ø 1/2"@15cm	1Ø 1/2"@15cm
TIPO 3	1Ø 1/2"@15cm	1Ø 1/2"@15cm
Acero Viga de Riostra		
	Longitudinal	Transversal
VR1	8Ø 1/2"	1Ø 3/8"@20cm
VR2	6Ø 1/2"	1Ø 3/8"@20cm
VR3	4Ø 1/2"	1Ø 3/8"@20cm
Acero Pedestal		
	Longitudinal	Transversal
PD1	12Ø 1/2"	1Ø 1/2"@15cm
PD2	16Ø 1/2"	1Ø 1/2"@15cm
VR1	8Ø 1/2"	1Ø 3/8"@20cm

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Para finalizar el diseño de la estructura en concreto armado se muestra en el cuadro 13 como se encuentran posicionados los pedestales y las fundaciones en la edificación.

Cuadro 13: Ubicación de las fundaciones y pedestales. Modelo en concreto armado

Ubicación De Las Fundaciones Y Pedestales				
	A	B	C	D

1	-	-	TIPO 2, PD1	TIPO 3, PD1
2	TIPO 3, PD1	TIPO 2,PD1	TIPO 2,PD1	TIPO 2',PD2
3	TIPO 3, PD1	TIPO I,PD1	TIPO I,PD1	TIPO 2',PD2
4	TIPO 3, PD1	TIPO 2, PD1	TIPO 2,PD1	TIPO 3, PD1

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.1.2 Diseño de Estructura Mixta

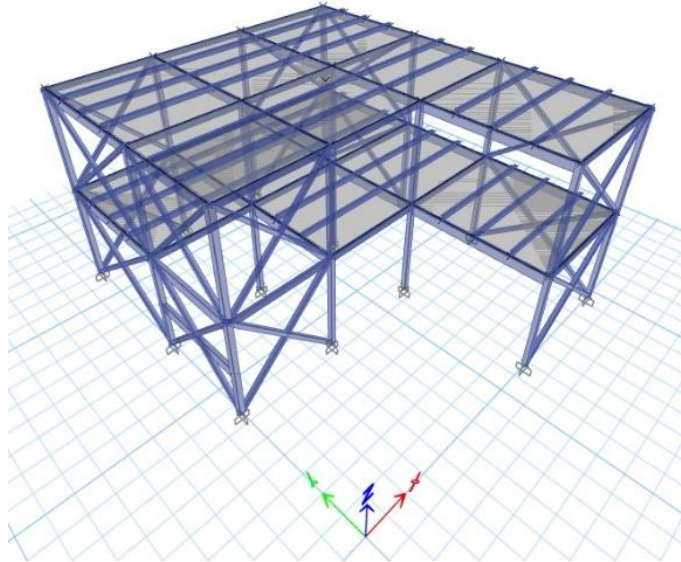


Figura 18: Modelo de estructura mixta acero-concreto

Fuente: Software ETABS

Información general

De forma semejante al tipo de estructura previo, la estructura en estudio de uso residencial está compuesta por 2 niveles con una altura de 3 metros cada uno respectivamente, siendo una estructura mixta realizada de acero-concreto, teniendo vigas, columnas, correas y arrostamientos en acero, posee una losa de entrepiso de tipo losa mixta con encofrado colaborante con un espesor de 10 cm de concreto, fundaciones de concreto armado cuenta con una escalera la cual realizada en concreto armado. Además, también se toman en cuenta las rigideces de todos los elementos estructurales.

Materiales

Seguidamente, se definen los materiales que fueron utilizados en el diseño estructural, en el caso del concreto se utilizaron dos tipos, considerando su peso por unidad de volumen, módulo de elasticidad y resistencia a la compresión (ver Cuadro 14).

Cuadro 14: Especificaciones del concreto. Modelo mixto

Concreto			
	Entrepiso	Escalera	Fundaciones
Peso Propio	2400 kgf/m ³	2400 kgf/m ³	2400 kgf/m ³
F'c	210 kgf/cm ²	210 kgf/cm ²	250 kgf/cm ²
E	2188197900 kgf/m ²	2188197900 kgf/m ²	2387519000 kgf/m ²

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Cargas

De la misma manera, para el diseño de la estructura se consideran las cargas gravitatorias utilizadas en la estructura de concreto armado obtenidas de la Norma COVENIN 2002-1988 (ver Cuadro 4) obteniendo los pesos de la losa por catálogo figuras 19,20 y 21 respectivamente.

SIGALDECK 734 1,5"

Volumen y peso de concreto sobre el encofrado colaborante Sigaldeck		
Altura t, cm	Volumen, m ³ /m ²	Peso, kgf/m ²
9	0,0647	155
10	0,0747	179
11	0,0847	203
12	0,0947	227
13	0,1047	251
14	0,1147	275
15	0,1247	299

Figura 19: Peso encofrado colaborante con 10 cm de concreto

Fuente: MAPLOCA Catálogo SIGALDECK

SIGALDECK 734 1,5" CALIBRE 24 (0,60 mm)

CARGAS ADMISIBLES EN kgf/m². COMO SECCIÓN MIXTA ACERO-CONCRETO

DISTANCIA ENTRE APOYOS (m)	CONDICIONES DE APOYO: TRAMO SIMPLE Y DOBLE						
	ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO "t" (cm)						
	10	11	12	13	14	15	16
1,00	1.348	1.466	1.593	1.732	1.900	2.067	2.234
1,25	1.193	1.927	1.410	1.532	1.681	1.829	1.977
1,50	1.056	1.148	1.248	1.356	1.488	1.619	1.750
1,75	868	944	1.026	1.115	1.212	1.317	1.432
2,00	628	682	741	806	883	961	1.038
2,25	528	574	624	678	743	808	873
2,50	418	455	494	537	588	640	691
2,75	340	369	401	436	478	519	560
3,00	299	325	353	384	420	456	492
3,25	265	288	313	340	372	404	435
3,50	224	243	264	287	314	340	367
3,75	191	207	225	245	267	289	312
4,00	172	187	204	221	241	261	282

Figura 20: Separación entre apoyos según cargas admisibles

Fuente: MAPLOCA Catálogo SIGALDECK

Diámetro mm	Tipo Alambre	Características del alambre				
		Separación en cada dirección (cm)	Ancho m	Largo m	Área m ²	Peso Kgf
3,43	Estriado	15 X 15	2,50	40,0	100	100
4,00	Estriado	15 X 15	2,65	22,5	60	80
4,00	Estriado	10 X 10	2,65	22,5	60	119
4,00	Estriado	15 X 15	2,65	37,7	100	133
4,00	Estriado	10 X 10	2,65	37,7	100	190
4,00	Estriado	15 X 15	2,65	45,0	120	160
4,00	Estriado	10 X 10	2,65	45,0	120	238

Figura 21: Especificaciones de Malla Electrosoldada

Fuente: MAPLOCA Catálogo SIGALDECK

Cuadro 15: Cargas Gravitacionales. Modelo mixto

Peso Losa	179 kgf/m ²
Peso Malla	1,9 kgf/m ²
Pp	180,9 kgf/m ²
Carga Permanente	
Cpt	234,9 kgf/m ²
Cpe	370,9 kgf/m ²
Carga Mayorada	
Wut	441,88 kgf/m ²
Wue	725,08 kgf/m ²

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Predimensionado

Con referencia a lo expuesto anteriormente se realizó el predimensionado de los elementos estructurales sometidos a flexión, es decir, que soportan las cargas perpendiculares al eje longitudinal (plano) que se presenten en cualquiera de sus dos sentidos produciendo esfuerzos de flexión y corte. Se utilizó perfiles Conduven para todos los elementos estructurales.

DIMENSIONES Y PROPIEDADES ESTÁTICAS

DIMENSIONES			Sección	Peso	Propiedades Estáticas					
H x B	mm		A		Ix	Sx	rx	Iy	Sy	ry
mm	e	r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
80x40	2,25	3,38	5,02	3,94	40,61	10,15	2,84	13,84	6,92	1,66
100x40	2,25	3,38	5,92	4,65	71,37	14,27	3,47	17,05	8,53	1,70
120x60	2,50	3,75	8,54	6,70	159,29	26,55	4,32	54,67	18,22	2,53
140x60	3,00	4,50	11,33	8,89	274,27	39,18	4,92	73,46	24,49	2,55
160x65	3,40	5,10	14,44	11,34	449,65	56,21	5,58	110,41	33,97	2,77
180x65	4,00	6,00	18,41	14,45	697,99	77,55	6,16	140,88	43,35	2,77
200x70	4,30	6,45	21,85	17,15	1.016,19	101,62	6,82	194,94	55,70	2,99
220x90	4,50	6,75	28,39	20,72	1.561,83	141,98	7,69	388,34	86,30	3,84
260x90	5,50	8,25	36,25	28,46	2.844,82	218,83	8,86	536,10	119,13	3,85
300x100	5,50	8,25	41,75	32,77	4.366,42	291,09	10,23	777,00	155,40	4,31
300x100	7,00	10,50	52,36	41,10	5.360,46	357,36	10,12	943,61	188,72	4,25
320x120	7,00	10,50	57,96	45,50	7.032,23	439,51	11,02	1.512,24	252,04	5,11
320x120	9,00	13,50	73,18	57,45	8.654,16	540,89	10,87	1.841,31	306,88	5,02
350x170	9,00	13,50	87,58	68,75	13.546,10	774,06	12,44	4.418,30	519,80	7,10

Figura 22: Catálogo de perfiles CONDUVEN

Fuente: Catálogo CONDUVEN

Cuadro 16: Secciones de vigas obtenidas por Predimensionado. Modelo mixto

Vigas		
	Cargas Ancho Tributario	Sección
Entrepiso	2900,32 kgf/m	260x90
Techo	1767,52 kgf/m	220x90

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Cuadro 17: Secciones de las correas obtenidas por predimensionado. Modelo mixto

Correas		
	Cargas Ancho Tributario	Sección
Entrepiso	725,08 kgf/m	160x65
Techo	441,88 kgf/m	140x60

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Seguidamente, se realizó el diseño de los elementos sometidos a compresión teniendo las columnas, es decir bajo una carga axial produciendo la compresión del elemento, se destaca que se diseñaron con la mayor área tributaria entre todas las columnas, la cual cuenta con una carga 19254,84 kgf quedando un perfil conduven con una sección de 110x110, comprobada en el modelo realizado en ETABS.

De esta forma, las dimensiones finales de los elementos estructurales serán las establecidas en el cuadro 18 y 19 respectivamente en donde se consideran las vigas, columnas, correas y arriostramientos.

Cuadro 18: Dimensiones finales de vigas, correas y arriostramiento. Modelo mixto

Dimensiones De Vigas, Correas Y Arriostramientos		
	ENTREPISO	TECHO
Vigas Principales	CONDUVEN 260X90X5.5	CONDUVEN 220X90X4.5
Vigas Secundarias	CONDUVEN 160X65X3.4	CONDUVEN 140X60X3
Correas	CONDUVEN 140X60X3	CONDUVEN 120X60X2.5
Arriostramientos	CONDUVEN 100X100X3	CONDUVEN 90X90X2.5

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Cuadro 19: Dimensiones finales de las columnas. Modelo mixto

Dimensiones Columnas Entrepiso/Techo				
	A	B	C	D
1	-	-		CONDUVEN 135X135X4.3
2	CONDUVEN 135X135X4.3	CONDUVEN 120X120X4	CONDUVEN 120X120X4	CONDUVEN 120X120X4
3	CONDUVEN 120X120X4	CONDUVEN 120X120X4	CONDUVEN 120X120X4	CONDUVEN 120X120X4
4	CONDUVEN 135X135X4.3	CONDUVEN 120X120X4	CONDUVEN 120X120X4	CONDUVEN 120X120X4

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Acción Sísmica

Se destaca que debido a que las dos estructuras estudiadas poseen la misma ubicación, uso, especificaciones del sitio, perfil geotécnico, nivel de diseño, grupo de importancia y tipo de estructura, la estructura mixta tiene el mismo espectro sísmico establecido en la figura 14.

Aspectos eólicos

En cuanto a la acción eólica, no se ha tomado en cuenta forma similar a los realizado en la edificación en concreto armado, ya que la zona sísmica considerada es la misma y el efecto de los sismos seguirá siendo predominante, igualmente esto permite de que se mantenga una uniformidad en los criterios de cálculo de ambas estructuras.

Combinaciones de Carga

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta para realizar cualquier diseño estructural son las combinaciones de carga las cuales son las misma de la estructura en concreto armado garantizando la seguridad de la edificación evitando que colapse con facilidad, las cuales fueron obtenidas de la Norma COVENIN 1753-2006 diseñando con la combinación más desfavorable (UDCON3).

Revisión de Periodos y masas participativas

De igual forma a la estructura anteriormente estudiada, se considera que la sumatoria de acumulada de ser igual o mayor al 90% de la masa correspondiente al peso sísmico efectivo de la estructura en cada dirección, en base a lo establecido en la Norma COVENIN 1756-2019.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.18	0.8143	0.0001	0	0.8143	0.0001	0	2.357E-05
Modal	2	0.142	0.005	0.0039	0	0.8193	0.0041	0	0.0004
Modal	3	0.135	0.0079	0.7658	0	0.8271	0.7699	0	0.1007
Modal	4	0.127	0.0322	0.119	0	0.8594	0.8889	0	0.0162
Modal	5	0.117	0.0002	0.009	0	0.8595	0.8979	0	0.0008
Modal	6	0.092	0.0556	1.215E-05	0	0.9151	0.8979	0	1.007E-05

Figura 23: Periodos y masas participativas. Modelo mixto

Fuente: Software ETABS

Verificación de derivas

Asimismo, se debe tomar en cuenta la verificación de derivas lateral total para el sismo de diseño por la Norma COVENIN 1756-2019 (ver Figura 16) siendo la diferencia del desplazamiento total en la parte superior e inferior del piso, donde todos los valores deben ser menores a la deriva máxima permisible 0.022, detalladas en el cuadro 21.

Cuadro 21: Valores de Derivas. Modelo mixto

Caso	UX cm	UY cm	Delta desp X	Delta desp Y	H = 300		R = 4	
					Deriva Elástica X	Deriva Elástica Y	Deriva Inelástica X	Deriva Inelástico Y
SX	0.6946	0.0679	0.3553		0.0012		0.0038	
SX	0.3393	0.0353	0.3393		0.0011		0.0036	
SX	0	0	0.0000		0.0000		0.0000	
SY	0.0672	0.6213		0.3005		0.0010		0.0032
SY	0.0298	0.3208		0.3208		0.0011		0.0034
SY	0	0		0.0000		0.0000		0.0000

Fuente: Software ETABS

Losas

Por consiguiente, en la estructura mixta acero-concreto se utilizó una losa de encofrado metálico colaborante con un f_y igual a 2320 kgf/m², sobre este se encuentra una losa de concreto con un espesor 10cm. Además, cuenta con una malla electrosoldada teniendo en cada dirección una separación de 10cm x10cm.

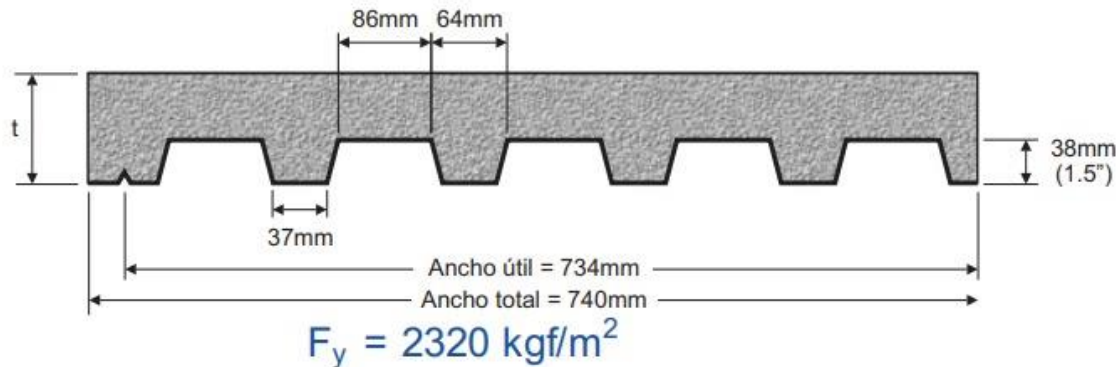


Figura 24: Detalle de Lamina de Encofrado Colaborante

Fuente: MAPLOCA Catálogo SIGALDECK

Fundaciones, Pedestales y Viga de riostra

De manera similar, a los cálculos realizados para la estructura en concreto armado, se efectuó los cálculos de las fundaciones y viga de riostra tomando en cuenta las cargas y momentos últimos, y como valor referencial del esfuerzo admisible del suelo 1,25 kg/cm² generados en la estructura mixta para las misma condiciones y verificaciones anteriormente estudiadas quedan las secciones definidas en el cuadro 22.

Cuadro 22: Dimensiones de fundaciones, viga de riostra y pedestal. Modelo mixto

Fundaciones	
TIPO 1	100cmx100cm
TIPO 2	90cmx90cm
TIPO 3	70 cmx70cm
Viga De Riostra	
VR1	20cmx35cm
VR2	20cmx30cm
VR3	15cmx25cm
Pedestal	

PD1	20cmx20cm
-----	-----------

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Acero en Fundaciones y Viga de riostra

Seguidamente, se realizó el cálculo de los aceros para las fundaciones divididas en 3 tipos en base a las cargas de servicio que actúan en cada una de ellas, detallando el acero mínimo por retracción y temperatura, en el caso de las vigas de riostra se deben cumplir las condiciones establecidas por norma y las separaciones permitidas, divididas por tipo según su carga y longitud, de forma similar al procedimiento realizado en la estructura anterior.

Cuadro 23: Acero en fundaciones, viga de riostra y pedestal.

Modelo mixto

Acero Fundaciones		
	Longitudinal	Transversal
TIPO I	1Ø 1/2" @ 15cm	1Ø 1/2" @ 15cm
TIPO 2	1Ø 1/2" @ 15cm	1Ø 1/2" @ 15cm
TIPO 3	1Ø 1/2" @ 15cm	1Ø 1/2" @ 15cm
Acero Viga de Riostra		
	Longitudinal	Transversal
VR1	6Ø 1/2"	1Ø 3/8" @ 20cm
VR2	6Ø 1/2"	1Ø 3/8" @ 20cm
VR3	4Ø 1/2"	1Ø 3/8" @ 20cm
Acero Pedestal		
	Longitudinal	Transversal
PD1	4Ø 1/2"	1Ø 1/2" @ 15cm

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Para finalizar el diseño de la estructura mixta acero-concreto se muestra en el cuadro 24 como se encuentran posicionados los pedestales y las fundaciones en la edificación.

Cuadro 24: Ubicación de las fundaciones correspondiente. Modelo mixto

UBICACIÓN DE LAS FUNDACIONES				
	A	B	C	D
1	-	-	TIPO 3	TIPO 3
2	TIPO 3	TIPO 3	TIPO 2	TIPO 2

3	TIPO 3	TIPO 1	TIPO 1	TIPO 2
4	TIPO 3	TIPO 3	TIPO 3	TIPO 2

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.2 Establecimiento de los costos constructivos incluyendo maquinaria, equipo, mano de obra y materiales, para las dos estructuras diseñadas.

Seguidamente, obtenida las secciones, pesos y cantidades de los elementos estructurales utilizados, se pudo establecer y detallar los costos respecto a cada uno de ellos tanto en la estructura de concreto armado como en la estructura mixta que son necesarios para la construcción de dichas estructuras considerando la superestructura (vigas, columnas, losas y correas en el caso de la estructura mixta) e infraestructura (fundaciones, vigas de riostra y pedestales).

Factor de costo asociado al salario

Sin dejar de mencionar que se realizó el cálculo del factor de costo asociado al salario (F.C.A.S) por medio del programa IP3-Control de Obras, el cual interpreta y estima en base a las condiciones esperadas en la obra, mostrado de forma precisa las reivindicaciones y contribuciones legales y/o normativas para los empleados la obra, por lo que fueron aplicadas en el análisis de precio unitario (A.P.U) para las diferentes partidas que integran los presupuestos de las dos estructuras diseñadas, mostrando el valor obtenido en el cuadro 25 (detallado del cálculo de F.C.A.S en el Apéndice).

Cuadro 25: Valor de Factor de costos asociado al salario

Total Días Efectivamente Trabajados:	229,01
Total Días Efectivamente Pagados:	1.481,49
$FCAS = ((DEP / DET) - 1) \times 100$	
FCAS =	547%

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.2.1 Costos de la estructura en concreto armado

4.2.1.1 Costos de infraestructura

Presupuesto

Un presupuesto de obra es una estimación detallada y sistemática de los costos que se necesitan para completar un proyecto de construcción específico. Este presupuesto incluye una lista completa de los materiales, equipos y mano de obra necesarios para completar el proyecto, así como una estimación de los costos asociados con cada elemento. Además, se realizó el análisis de precio unitario para estimar los costos de construcción de un proyecto, el cual implica desglosar el costo total del proyecto en componentes más pequeños y manejables, como unidades de medida estándar (por ejemplo, metros cuadrados, metros cúbicos, unidades, etc.) y estimar el costo de cada unidad, es por ello que se realizó el presupuesto de las fundaciones de la estructura en concreto armado obteniendo su costo total para la construcción y los costos totales de los materiales, la mano de obra y los equipos necesarios.

También, para determinar el presupuesto se realizó los cálculos métricos describen los elementos de construcción necesarios para completar un proyecto, e incluye información sobre las cantidades, los precios unitarios, englobando todas las actividades de medición. Es importante mencionar que el análisis de precio unitario de cada partida y los cálculos métricos se encuentran adjuntados en los apéndices respectivamente.

Part No.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total \$
1	E311110150	EXCAVACION EN TIERRA A MANO PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS, HASTA PROFUNDIDADES COMPRENDIDAS ENTRE 0.00 Y 1.50 M.	m3	36,20	30,60	1.107,72
2	E319100000	CONSTRUCCION DE BASE DE PIEDRA PICADA CORRESPONDIENTE A OBRAS PREPARATIVAS. INCLUYE EL SUMINISTRO Y TRANSPORTE DEL MATERIAL HASTA UNA DISTANCIA DE 50 km.	m3	1,72	81,74	140,59
3	E351110210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA IGUAL O MENOR DEL Nº 3 (DIAMETRO 3/8") PARA INFRAESTRUCTURA	kgf	225,05	7,10	1.597,86
4	E351120210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA NO.4 A NO.7 (1/2" A 7/8"), PARA INFRAESTRUCTURA	kgf	1.570,36	6,85	10.756,97
5	E341010110	ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN CABEZALES DE PILOTES, BASES Y ESCALONES, PEDESTALES, VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES, FUNDACIONES DE PARED, VIGAS DE FUNDACION Y BASES DE PAVIMENTO	m2	31,20	20,30	633,36
6	E323000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE BASES Y ESCALONES.	m3	6,23	246,81	1.537,63

Figura 25: Presupuesto de infraestructura. Modelo en concreto armado

Fuente: Programa DataLaing Maprex

7	E324000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE PEDESTALES.	m3	3,64	342,64	1.247,21
8	E325000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES Y FUNDACIONES DE PARED.	m3	4,91	294,72	1.447,08
9	E317000000	COMPACTACION DE RELLENOS CON APISONADORES DE PERCUSION, CORRESPONDIENTE A LOS ASIENTOS DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS.	m3	21,26	7,05	149,88
10	E313110000	CARGA A MANO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LAS EXCAVACIONES PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS, U OTROS.	m3	14,78	12,02	177,66
Subtotal (\$):						18.795,96
IVA 16% (\$):						3.007,35
Total Presupuesto (\$.):						21.803,31

Figura 26: Presupuesto de infraestructura. Modelo en concreto armado. Continuación

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Total \$
ACEITE PARA FORMALETA DE ENCOFRADOS	lt	6,19	2,88	17,83
ALAMBRE LISO GALVANIZADO CALIBRE N° 18	kgf	37,70	8,83	332,92
CABILLA ESTRIADA N60 fy=4200k/cm2 #	kgf	1885,18	2,92	5504,73
CLAVO COMUN CON CABEZA P/ENCOFRADO #	kgf	4,91	6,34	31,15
CLAVOS DE ACERO RANURADO ROBUSTO #	kgf	4,91	8,64	42,46
CONCRETO PREMEZCLADO F'C 250 kg/cm2 AS NORMAL #	m3	15,08	158,05	2382,70
COSTO AGREGADO TRANSPORTE	m3	1885,57	1,20	2262,68
COSTO TRANSPORTE AGREGADOS MAX 50KM	m3	1,72	7,63	13,12
FLETE / TRANSPORTE DE CONCRETO PREMEZCLADO	m3	14,78	8,64	127,70
MADERA A LA MEDIDA SAQUI-SAQUI	m3	0,09	360,18	30,90
MADERA DE AURORA CEPILLADA	m3	0,69	299,78	205,77
MANEJO, ALMACENAMIENTO Y CALETEO INTERNO	kgf	1885,18	0,36	678,66
PIEDRA PICADA PARA CONCRETO #	m3	1,81	47,55	85,88
TOTAL GENERAL				11716,51

Figura 27: Materiales para infraestructura. Modelo en concreto armado

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Cantidad	COP/Dep	Precio Unitario \$	Total \$
CAMION FORD F- 350 ESTACAS	1,26	0,00348	40.683,45	177,98
CAMIONETA FORD F-150	0,01	0,00396	27.356,11	1,33
CARRETILLA CAP= 55 LT CAUCHOS DE GOMA	1,21	0,02500	119,97	3,64
CARRETON	3,31	1,00000	113,14	374,10
CEPILLO ALBAÑILERIA TIPO PALUSTRA, MANGO PLASTICO	3,31	0,09000	12,00	3,57
COMPACTADORA BAILARINA DE PISON (AIRE)	0,61	0,01500	389,76	3,55
COMPACTADORA DE RODILLO CAT 214 C	0,02	0,00204	59.376,80	2,98
COMPRESOR ATLAS COPCO XA-160	0,30	0,00357	23.405,47	25,36
CORTADORA AUTOMATICA DE CABILLA HASTA D=1 3/8"	3,49	0,00300	3.188,47	33,38
CORTADORA AUTOMATICA DE CABILLA HASTA D=1"	0,50	0,00400	2.356,69	4,71

Figura 28: Equipos para infraestructura. Modelo en concreto armado

Fuente: Programa DataLaing Maprex

DOBLADORA AUTOMATICA DE CABILLA HASTA 1 3/8"	3,99	0,00200	1.999,56	15,96
EQUIPO MENOR PARA CABILLA Y MALLA SOLDADA	3,99	1,00000	1,59	6,34
EQUIPOS PARA CARPINTERIA	1,04	1,00000	1,40	1,46
JUEGO DE PALA, PICO Y CARRETILLA	20,48	1,00000	8,00	163,87
MANGUERA PLASTICA D=1/2" L=100 MTS (TIPO CULEBRA)	0,61	0,00800	75,98	0,37
MINICARGADOR MINISHOVEL BOBCAT 763 (0,38 M3)	0,02	0,00378	23.848,92	2,21
PALA CON CABO DE MADERA BELLOTA O SIMILAR	2,43	0,03400	24,00	1,98
VIBRADOR A GASOLINA PARA CONCRETO	3,31	1,00000	13,99	46,26
TOTAL GENERAL				869,04

Figura 29: Equipos para infraestructura. Modelo en concreto armado. Continuacion

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Cantidad	Jornada \$	Bono \$	Total \$
ALBAÑIL DE 1RA	1,65325	5,00	1,50	55,96
AYUDANTE	14,90236825	3,50	1,50	359,82
CABILLERO DE 1RA	7,9796	5,00	1,50	270,11
CABILLERO DE 2DA	4,489911	4,00	1,50	122,93
CAPORAL	4,997667	4,00	1,50	136,84
CAPORAL DE EQUIPO	0,024571	6,50	1,50	1,07
CARPINTERO DE 1RA	1,04	5,00	1,50	35,20
CARPINTERO DE 2DA	1,04	4,00	1,50	28,48
CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON)	1,25745	4,50	1,50	38,50
CHOFER DE 3RA (HASTA 3 TON)	0,012286	4,00	1,50	0,34
MAESTRO CABILLERO	1,372533	6,50	1,50	59,78
MAESTRO CARPINTERO DE 1RA	0,26	6,50	1,50	11,32
MAESTRO DE OBRA DE 1RA	0,838910714	8,00	1,50	44,68
MAESTRO DE OBRA DE 2DA	1,303247	6,50	1,50	56,76
OBRERO DE 1RA	48,70734524	3,00	1,50	1018,47
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	0,960286	4,00	1,50	26,29
TOTAL GENERAL				2266,55

Figura 30: Mano de obra para infraestructura. Modelo en concreto armado

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Tiempo de ejecución

Seguidamente, se obtuvo la duración de las partidas de obras civiles el cual se refiere al tiempo estimado que le tomará a un contratista completar cada uno de los componentes de una obra civil o cada una de las partidas obtenidas de la Norma COVENIN 2000-1992, en este caso, se realizó basándose en un rendimiento teórico establecido, determinando la duración total.

Cuadro 26: Duración de las partidas según rendimiento teórico para fundaciones. Modelo concreto armado

	Descripción	Unidad	Total	Rendimiento	Duración

Part No.	Código COVENIN					
1	E311110150	Excavación en tierra a mano para asiento de fundaciones, zanjas u otros, hasta profundidades comprendidas entre 0.00 y 1.50 m.	m3	36,20	8,00	4,53
2	E319100000	Construcción de base de piedra picada correspondiente a obras preparativas. incluye el suministro y transporte del material hasta una distancia de 50 km.	m3	1,72	70,00	0,02
3	E351110210	Suministro, transporte, preparación y colocación de acero de refuerzo fy 4200 kgf/cm2, utilizando cabilla igual o menor del n° 3 (diámetro 3/8") para infraestructura	kgf	225,05	450,00	0,50
4	E351120210	Suministro, transporte, preparación y colocación de acero de refuerzo fy 4200 kgf/cm2, utilizando cabilla no.4 a no.7 (1/2" a 7/8"), para infraestructura	kgf	1.570,36	450,00	3,49
5	E341010110	Encofrado de madera, tipo recto, acabado corriente, en cabezales de pilotes, bases y escalones, pedestales, vigas de riostra, tirantes, fundaciones de pared, vigas de fundación y bases de pavimento	m2	31,20	30,00	1,04
6	E323000125	Concreto de f'c 250 kgf/cm2 a los 28 días, acabado corriente, para la construcción de bases y escalones.	m3	6,23	20,00	0,31
7	E324000125	Concreto de f'c 250 kgf/cm2 a los 28 días, acabado corriente, para la construcción de pedestales.	m3	3,64	5,00	0,73

8	E325000125	Concreto de f'c 250 kgf/cm2 a los 28 días, acabado corriente, para la construcción de vigas de riostra, tirantes y fundaciones de pared.	m3	4,91	8,00	0,61
9	E317000000	Compactación de rellenos con apisonadores de percusión, correspondiente a los asientos de fundaciones, zanjas u otros.	m3	21,26	70,00	0,30
10	E313110000	Carga a mano de material proveniente de las excavaciones para asiento de fundaciones, zanjas, u otros.	m3	14,78	13,00	1,14
					Total	12,67

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Diagrama de Gantt

Luego de establecidas todas las partidas con su información necesaria, se estableció el diagrama de Gantt en donde la secuencia de tiempo se presenta en el eje horizontal, mientras que el eje vertical muestra el progreso de todas las tareas, utilizado para ilustrar el cronograma del proyecto o de la obra y poder hacer un seguimiento detallado en cuanto a tiempo, manejo de los recursos y operatividad a medida que cada actividad avanza.

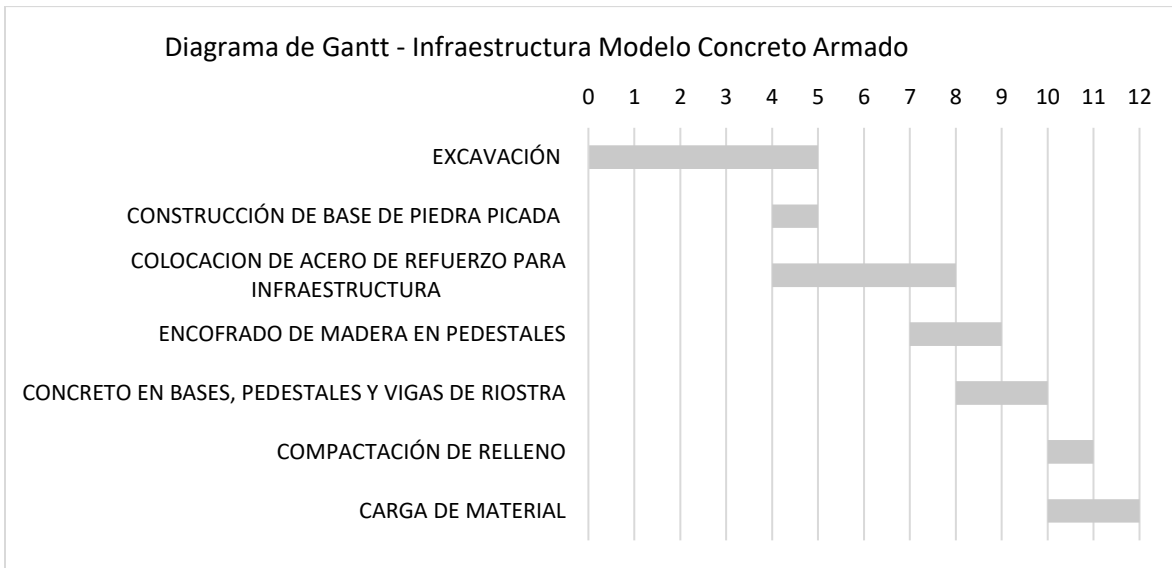


Gráfico 1: Diagrama de Gantt para la infraestructura. Modelo en concreto armado

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.2.1.2 Costos de superestructura

Presupuesto

En otro aspecto, se realizó el presupuesto total de la superestructura en concreto armado y el detallado de los materiales, equipos y mano de obra que son necesarios para establecer los costos respectivos, viéndose que el presupuesto de la superestructura es un componente fundamental del presupuesto general de una obra, siendo esta la base de cualquier edificio y es esencial para su estabilidad, seguridad y durabilidad a largo plazo. Por lo tanto, es importante que se realice un presupuesto preciso de la estructura para garantizar que se utilicen los materiales y métodos adecuados y para construir de forma segura y sólida (Cómputos métricos y análisis de precio unitario de las partidas utilizadas en la superestructura realizada en concreto armado se adjunta en los apéndice C y D).

Part No.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total \$
1	E342010111	ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN COLUMNAS.	m2	122,40	36,97	4.525,13
2	E342010113	ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN LOSAS, INCLUYENDO MACIZADOS.	m2	152,00	23,75	3.610,00
3	E342010112	ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN VIGAS DE CARGA	m2	78,10	19,09	1.490,93
4	E331100121	CONCRETO DE F'c 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE COLUMNAS RECTANGULARES.	m3	11,13	225,96	2.514,93
5	E332000220	CONCRETO DE F'c 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO OBRA LIMPIA, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE CARGA Y MACIZADOS.	m3	8,52	286,21	2.438,51
6	E333125125	LOSA NERVADA EN UNA DIRECCION, E=25 cm CON CONCRETO F'c 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS.	m2	152,00	34,94	5.310,88
7	E352120210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLAS NO.4 A NO.7 (1/2" A 7/8") PARA SUPERESTRUCTURA	kgf	4.301,44	6,60	28.389,50
8	E352110210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO Fy 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLAS IGUAL O MENOR AL NO.3 (3/8") PARA SUPERESTRUCTURA	kgf	840,18	6,71	5.637,61
Subtotal (\$):						53.917,49
IVA 16% (\$):						8.626,80
Total Presupuesto (\$):						62.544,29

Figura 31: Presupuesto para la superestructura. Modelo en concreto armado

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Total \$
ACEITE PARA FORMAleta DE ENCOFRADOS	lt	49,78	2,88	143,37
ALAMBRE LISO GALVANIZADO CALIBRE Nº 18	kgf	107,97	8,83	953,41
BLOQUE ARCILLA PLATABANDA 20X20X40 8/M2 P=7.8KG #	pza	1596,00	0,57	909,72
CABILLA ESTRIADA N60 fy=4200k/cm2 #	kgf	5398,70	2,92	15.764,21
CLAVO COMUN CON CABEZA P/ENCOFRADO #	kgf	92,53	6,34	586,65
CLAVOS DE ACERO RANURADO ROBUSTO #	kgf	80,23	8,64	693,19
CONCRETO PREMEZCLADO F'c 210 kg/cm2 AS NORMAL #	m3	34,00	144,07	4.897,89
CÓSTO AGREGADO TRANSPORTE	m3	5405,60	1,20	6.486,72
FLETE / TRANSPORTE DE CONCRETO PREMEZCLADO	m3	33,33	8,64	287,97
JUEGO DE LIJAS (MATERIALES)	jgo	8,95	9,02	80,69
MADERA A LA MEDIDA SAQUI-SAQUI	m3	4,21	360,18	1.517,04
MADERA DE AURORA CEPILLADA	m3	2,44	299,78	732,89
MANEJO, ALMACENAMIENTO Y CALETEO INTERNO	kgf	5398,70	0,36	1.943,53
PUNTALES DE MADERA PARA ENCOFRADO	m3	1,39	218,96	304,01
			TOTAL GENERAL	35.301,29

Figura 32: Materiales para superestructura. Modelo en concreto armado

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Cantidad	COP/Dep	Precio Unitario \$	Total \$
ANDAMIO TUBULAR DE UN CUERPO	42,52	0,0032000	263,94	35,92
CAMION FORD F- 350 ESTACAS	9,04	0,0020910	46.389,66	877,12
CARRETON	7,63	1,0000000	113,14	863,54
CORTADORA AUTOMATICA DE CABILLA HASTA D=1"	5,07	0,0040000	2.356,69	47,75
DOBLADORA AUTOMATICA DE CABILLA HASTA 1 3/8"	5,07	0,0020000	1.999,56	20,26
EQUIPO DE ALBAÑILERIA	2,16	1,0000000	8,00	17,24
EQUIPO MENOR PARA CABILLA Y MALLA SOLDADA	5,07	1,0000000	1,59	8,05
EQUIPOS PARA CARPINTERIA	14,41	0,0062720	168,48	15,23
PALA CON CABO DE MADERA BELLOTA O SIMILAR	7,58	0,0340000	24,00	6,19
TOBO PLASTICO DE ALBAÑIL	6,44	0,0670000	9,92	4,28
VIBRADOR A GASOLINA 5 HP L=5 M MANGUERA/CABEZAL	0,56	0,0090000	1.234,32	6,18
VIBRADOR CABEZAL D= 48 MM, ELECTRICO, L=4M	4,31	0,0158000	719,84	49,04
WINCHE CABRESTANTE CON MOTOR ELECTRICO	2,16	1,0000000	71,98	155,15
			TOTAL GENERAL	2.105,96

Figura 33: Equipos para superestructura. Modelo en concreto armado

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total
ALBAÑIL DE 1RA	5,43	5,00	1,50	183,64
AYUDANTE	51,92	3,50	1,50	1253,70
CABILLERO DE 1RA	11,66	5,00	1,50	394,63
CABILLERO DE 2DA	10,13	4,00	1,50	277,37
CARPINTERO DE 1RA	19,98	5,00	1,50	676,22
CARPINTERO DE 2DA	14,41	4,00	1,50	394,63
CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON)	9,04	4,50	1,50	276,82
GÜINCHERO	2,16	4,00	1,50	59,02
MAESTRO CABILLERO	5,07	6,50	1,50	220,62
MAESTRO DE OBRA DE 1RA	10,10	8,00	1,50	537,94
OBrero DE 1RA	40,11	3,00	1,50	838,65
TOTAL GENERAL				5113,22

Figura 34: Mano de obra para superestructura Modelo en concreto armado

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Tiempo de ejecución

Luego, se estableció la duración de las partidas para la construcción de la estructura en concreto armado que puede variar según el tipo de trabajo y los recursos disponibles. Por ejemplo, algunas partidas pueden tardar solo unos pocos días, mientras que otras pueden tardar varias semanas o meses en completarse viéndose afectada por factores externos, como el clima, los permisos y las inspecciones del gobierno, pero siempre buscando garantizar que se complete el proyecto dentro del plazo establecido.

Cuadro 27: Duración de las partidas según rendimiento teórico para superestructura. Modelo concreto armado

Part No.	Código Covenin	Descripción	Unidad	Total	Rendimiento	Duración
1	E342010111	Encofrado de madera, tipo recto, acabado corriente, en columnas.	m2	122,40	22	5,56
2	E342010113	Encofrado de madera, tipo recto, acabado corriente, en losas, incluyendo macizados.	m2	152,00	26	5,85
3	E342010112	Encofrado de madera, tipo recto, acabado corriente, en vigas de carga	m2	78,10	26	3,00

4	E331100121	Concreto de f'c 210 kgf/cm ² a los 28 días, acabado corriente, para la construcción de columnas rectangulares.	m ³	11,13	20	0,56
5	E332000220	Concreto de f'c 200 kgf/cm ² a los 28 días, acabado obra limpia, para la construcción de vigas de carga y macizados.	m ³	8,52	11	0,77
6	E333125125	Losa nervada en una dirección, e=25 cm con concreto f'c 250 kgf/cm ² a los 28 días.	m ²	152,00	110	1,38
7	E352120210	Suministro, transporte, preparación y colocación de acero de refuerzo fy 4200 kgf/cm ² , utilizando cabillas no.4 a no.7 (1/2" a 7/8") para superestructura	kgf	4.301,44	1000	4,30
8	E352110210	Suministro, transporte, preparación y colocación de acero de refuerzo fy 4200 kgf/cm ² , utilizando cabillas igual o menor al no.3 (3/8") para superestructura	kgf	840,18	1100	0,76
					Total	22,19

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Diagrama de Gantt

Una vez determinada la duración de cada partida, se estableció el cronograma del proyecto mediante el diagrama de Gantt el cual permite optimizar la programación, minimizar retrasos y controlar de cerca el progreso del proyecto. Además de visualizar todas las actividades en un solo gráfico dando una visión general de la programación y ayuda a detectar potenciales problemas., mostrar las dependencias entre actividades. Las actividades que dependen de la finalización de otras aparecen desplazadas en el tiempo y controlar el avance de un proyecto.

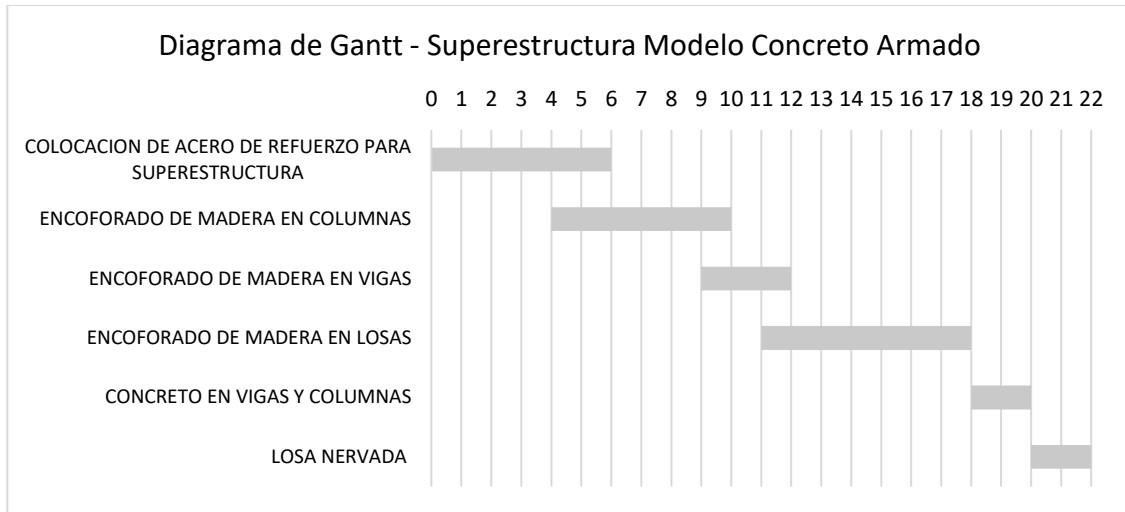


Gráfico 2: Diagrama de Gantt para superestructura. Modelo en concreto armado

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.2.2 Costos de la estructura mixta

4.2.2.1 Costos de infraestructura

Presupuesto

En primer lugar, para el establecimiento de los costos de las fundaciones de la estructura mixta acero-concreto se realizó el presupuesto de forma similar a la estructura de concreto armado, basándose en 10 partidas desde la excavación hasta la compactación de rellenos con apisonadores, además se realizó los cálculos métricos que arrojan las cantidades de los elementos que componen la obra, estableciendo sus volúmenes. También, el análisis de precio unitario a cada partida permitiendo especificar un precio previo a la construcción del proyecto y demostrar esos valores tomando en cuenta el (F.C.A.S) y el rendimiento teórico que conforma el presupuesto general y el presupuesto de materiales, equipos y mano de obra.

Part No.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total \$
1	E311110150	EXCAVACION EN TIERRA A MANO PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS, HASTA PROFUNDIDADES COMPRENDIDAS ENTRE 0.00 Y 1.50 M.	m3	17,97	30,60	549,88
2	E319100000	CONSTRUCCION DE BASE DE PIEDRA PICADA CORRESPONDIENTE A OBRAS PREPARATIVAS. INCLUYE EL SUMINISTRO Y TRANSPORTE DEL MATERIAL HASTA UNA DISTANCIA DE 50 km.	m3	1,14	81,74	93,18

Figura 35: Presupuesto para la infraestructura. Modelo mixto

Fuente: Programa DataLaing Maprex

3	E351110210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA IGUAL O MENOR DEL N° 3 (DIAMETRO 3/8") PARA INFRAESTRUCTURA	kgf	203,81	7,10	1.447,05
4	E351120210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA NO.4 A NO.7 (1/2" A 7/8"), PARA INFRAESTRUCTURA	kgf	858,16	6,85	5.878,40
5	E341010110	ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN CABEZALES DE PILOTES, BASES Y ESCALONES, PEDESTALES, VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES, FUNDACIONES DE PARED, VIGAS DE FUNDACION Y BASES DE PAVIMENTO	m2	13,44	20,30	272,83
6	E323000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE BASES Y ESCALONES.	m3	2,75	246,81	678,73
7	E324000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE PEDESTALES.	m3	0,67	342,64	229,57
8	E325000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES Y FUNDACIONES DE PARED.	m3	4,23	294,72	1.246,67
9	E317000000	COMPACTACION DE RELLENOS CON APISONADORES DE PERCUSION, CORRESPONDIENTE A LOS ASIENTOS DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS.	m3	10,32	7,05	72,76
10	E313110000	CARGA A MANO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LAS EXCAVACIONES PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS, U OTROS.	m3	7,65	12,02	91,95
Subtotal (\$):						10.561,02
IVA 16% (\$):						1.689,76
Total Presupuesto (\$):						12.250,78

Figura 36: Presupuesto para la infraestructura. Modelo mixto. Continuación

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Total \$
ACEITE PARA FORMAleta DE ENCOFRADOS	lt	2,6672	2,88	7,68
ALAMBRE LISO GALVANIZADO CALIBRE N° 18	kgf	22,3014	8,83	196,92
CABILLA ESTRIADA N60 fy=4200k/cm2 #	kgf	1115,0685	2,92	3.256,00
CLAVO COMUN CON CABEZA P/ENCOFRADO #	kgf	2,1168	6,34	13,42
CLAVOS DE ACERO RANURADO ROBUSTO #	kgf	2,1168	8,64	18,29
CONCRETO PREMEZCLADO F'c 250 kg/cm2 As NORMAL #	m3	7,804	158,05	1.233,42
COSTO AGREGADO TRANSPORTE	m3	1115,0685	1,20	1.338,08
COSTO TRANSPORTE AGREGADOS MAX 50KM	m3	1,14	7,63	8,70
FLETE / TRANSPORTE DE CONCRETO PREMEZCLADO	m3	7,65	8,64	66,10
MADERA A LA MEDIDA SAQUI-SAQUI	m3	0,037	360,18	13,33
MADERA DE AURORA CEPILLADA	m3	0,2957	299,78	88,64
MANEJO, ALMACENAMIENTO Y CALETEO INTERNO	kgf	1115,0685	0,36	401,42
PIEDRA PICADA PARA CONCRETO #	m3	1,197	47,55	56,92
TOTAL GENERAL				6.698,92

Figura 37: Materiales para la infraestructura. Modelo mixto

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Cantidad	Precio Unitario \$	COP/Dep	Total
CAMION FORD F- 350 ESTACAS	0,702	40.683,45	0,0034790	99,36
CAMIONETA FORD F-150	0,008	27.356,11	0,0039560	0,88
CARRETILLA CAP= 55 LT CAUCHOS DE GOMA	0,590	119,97	0,0250000	1,77
CARRETON	1,601	113,14	1,0000000	181,08
CEPILLO ALBAÑILERIA TIPO PALUSTRA, MANGO PLASTICO	1,601	12,00	0,0900000	1,73
COMPACTADORA BAILARINA DE PISON (AIRE)	0,295	389,76	0,0150000	1,72
COMPACTADORA DE RODILLO CAT 214 C	0,016	59.376,80	0,0020420	1,97
COMPRESOR ATLAS COPCO XA-160	0,147	23.405,47	0,0035670	12,31
CORTADORA AUTOMATICA DE CABILLA HASTA D=1 3/8"	1,907	3.188,47	0,0030000	18,24
CORTADORA AUTOMATICA DE CABILLA HASTA D=1"	0,453	2.356,69	0,0040000	4,27
DOBLADORA AUTOMATICA DE CABILLA HASTA 1 3/8"	2,360	1.999,56	0,0020000	9,44
EQUIPO MENOR PARA CABILLA Y MALLA SOLDADA	2,360	1,59	1,0000000	3,75
EQUIPOS PARA CARPINTERIA	0,448	1,40	1,0000000	0,63
JUEGO DE PALA, PICO Y CARRETILLA	10,260	8,00	1,0000000	82,08
MANGUERA PLASTICA D=1/2" L=100 MTS (TIPO CULEBRA)	0,295	75,98	0,0080000	0,18
MINICARGADOR MINISHOVEL BOBCAT 763 (0,38 M3)	0,016	23.848,92	0,0037780	1,47
PALA CON CABO DE MADERA BELLOTA O SIMILAR	1,179	24,00	0,0340000	0,96
VIBRADOR A GASOLINA PARA CONCRETO	1,601	13,99	1,0000000	22,39
			TOTAL GENERAL	444,23

Figura 38: Equipos para la infraestructura. Modelo mixto

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total \$
ALBAÑIL DE 1RA	0,80	5,00	1,50	27,09
AYUDANTE	8,61	3,50	1,50	207,91
CABILLERO DE 1RA	4,72	5,00	1,50	159,77
CABILLERO DE 2DA	2,81	4,00	1,50	77,02
CAPORAL	2,50	4,00	1,50	68,48
CAPORAL DE EQUIPO	0,02	6,50	1,50	0,71
CARPINTERO DE 1RA	0,45	5,00	1,50	15,16
CARPINTERO DE 2DA	0,45	4,00	1,50	12,27
CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON)	0,70	4,50	1,50	21,49
CHOFER DE 3RA (HASTA 3 TON)	0,01	4,00	1,50	0,22
MAESTRO CABILLERO	0,93	6,50	1,50	40,49
MAESTRO CARPINTERO DE 1RA	0,11	6,50	1,50	4,88
MAESTRO DE OBRA DE 1RA	0,41	8,00	1,50	21,74
MAESTRO DE OBRA DE 2DA	0,65	6,50	1,50	28,21
OBRAERO DE 1RA	24,15	3,00	1,50	504,95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	0,47	4,00	1,50	13,00
			TOTAL GENERAL	1.203,39

Figura 39: Mano de obra para la infraestructura. Modelo mixto

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Tiempo de ejecución

Como se mencionó con anterioridad, el procedimiento se realizó similar a la estructura en concreto armado pero en este caso para las fundaciones que serán soporte para la estructura mixta acero-concreto, determinando por la Norma COVENIN 2000-1992 en base a su cantidad y

rendimiento teórico específico para cada una, la duración de las 10 partidas, viéndose que para llevar a cabo estas fundaciones se requiere de 7 días aproximadamente, considerando los cambios de clima, retrasos e inconvenientes que se pueden generar.

Cuadro 28: Duración de las partidas según rendimiento teórico para las fundaciones. Modelo mixto

Part No.	Código COVENIN	Descripción	Unidad	Total	Rendimiento	Duración
1	E311110150	Excavación en tierra a mano para asiento de fundaciones, zanjas u otros, hasta profundidades comprendidas entre 0.00 y 1.50 m.	m3	17,94	8	2,24
2	E319100000	Construcción de base de piedra picada correspondiente a obras preparativas. incluye el suministro y transporte del material hasta una distancia de 50 km.	m3	1,14	70,00	0,02
3	E351110210	Suministro, transporte, preparación y colocación de acero de refuerzo fy 4200 kgf/cm2, utilizando cabilla igual o menor del n° 3 (diámetro 3/8") para infraestructura	kgf	203,81	450,00	0,45
4	E351120210	Suministro, transporte, preparación y colocación de acero de refuerzo fy 4200 kgf/cm2, utilizando cabilla no.4 a no.7 (1/2" a 7/8"), para infraestructura	kgf	858,16	450,00	1,91
5	E341010110	Encofrado de madera, tipo recto, acabado corriente, en cabezales de pilotes, bases y escalones, pedestales, vigas de riostra, tirantes, fundaciones de pared, vigas de fundación y bases de pavimento	m2	13,14	30,00	0,44

6	E323000125	concreto de f'c 250 kgf/cm2 a los 28 días, acabado corriente, para la construcción de bases y escalones.	m3	2,75	20,00	0,14
7	E324000125	concreto de f'c 250 kgf/cm2 a los 28 días, acabado corriente, para la construcción de pedestales.	m3	0,67	5,00	0,13
8	E325000125	concreto de f'c 250 kgf/cm2 a los 28 días, acabado corriente, para la construcción de vigas de riostra, tirantes y fundaciones de pared.	m3	4,23	8,00	0,53
9	E317000000	Compactación de rellenos con apisonadores de percusión, correspondiente a los asientos de fundaciones, zanjas u otros.	m3	10,32	70,00	0,15
10	E313110000	Carga a mano de material proveniente de las excavaciones para asiento de fundaciones, zanjas, u otros.	m3	7,65	13,00	0,59
					Total	6,59

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Diagrama de Gantt

De igual forma, una vez que se determinaron las duraciones totales de cada partida en la obra, se colocaron en el diagrama de Gantt mediante la simplificación de las partidas en 7 actividades con una duración total de 7 días, estableciendo el cronograma y planificación de proyecto para visualizar su avance, la presencia de un retraso y el manejo de los recursos que serán utilizados en la obra, en este caso para realizar las fundaciones de la estructura mixta, detallándolo en el gráfico número 3.

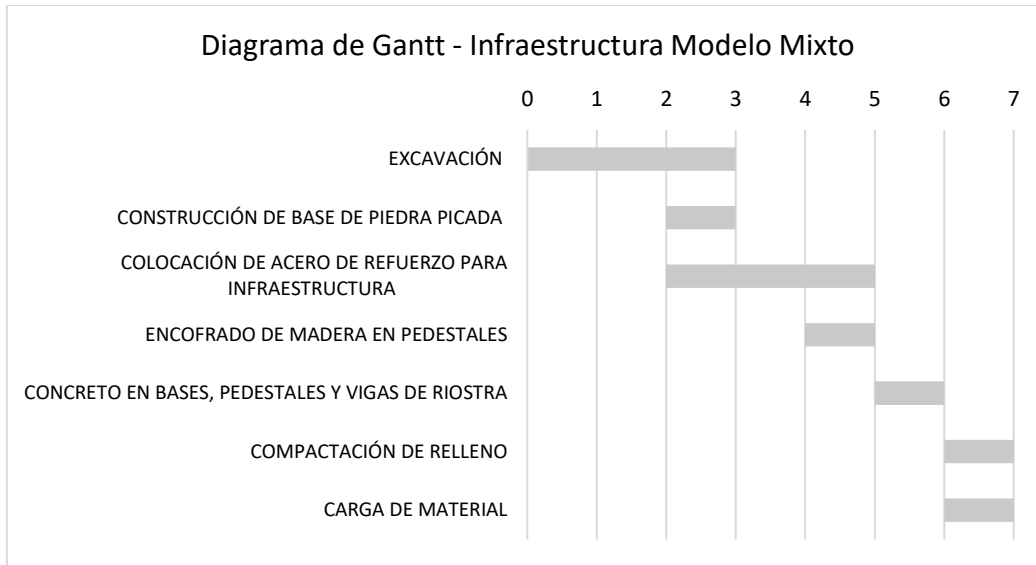


Gráfico 3:Diagrama de Gantt para infraestructura. Modelo mixto

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.2.2.2 Costos de superestructura

Presupuesto

En este caso, se llevó a cabo el mismo procedimiento utilizado en la superestructura en concreto armado, pero ahora tomando en cuenta las partidas, consideraciones y especificaciones para una estructura mixta de acero-concreto, en donde se considera los perfiles CONDUVEN, la losa con encofrado colaborante y la malla electrosoldada, determinado su cantidad y precio unitario obteniendo el presupuesto general, además del presupuesto de materiales, equipos y mano de obra utilizados (Los cálculos métricos y análisis de precio unitario para la superestructura mixta se encuentran adjuntados en los apéndices D y F).

Part No.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total \$
1	E361 S/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 120 X 120 X 4 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf	933,24	8,64	8.063,19
2	E361 S/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 135 X 135 X 4.3 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf	308,70	8,86	2.735,08
3	E361 S/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 90 X 90 X 2.5 MM. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf	495,13	8,67	4.292,78
4	E361 S/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 100 X 100 X 3 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf	656,97	8,67	5.695,93

Figura 40: Presupuesto para superestructura. Modelo mixto

Fuente: Programa DataLaing Maprex

5	E361 5/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 260 X 90 X 5.5 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf	1.109,94	7,33	8.135,86
6	E361 5/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 160 X 65 X 3.4 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf	362,88	7,26	2.634,51
7	E361 5/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 220 X 90 X 4.5 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf	745,92	7,26	5.415,38
8	E361 5/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 120 X 80 X 2.5 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf	388,60	8,73	3.392,48
9	E361 5/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 140 X 60 X 3 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf	746,76	8,66	6.466,94
10	E333 5/C	LOSA DE CONCRETO F'c 210 kg/cm ² , ENCOFRADO COLABORANTE LOSACERO O SIMILAR, PESO= 6.02 KG/M ² , SECCION 36/15, H= 38 mm, CALIBRE 24, CONCRETO E= 6 cm SOBRE LA CRESTA, PERALTE TOTAL DE LA LOSA 9.81 cm. NO INCLUYE MALLA PARA RETRACCION NI TAPAS LATERALES	m ²	152,00	113,50	17.252,00
11	E5/C	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA DE ACERO PARA SUPERESTRUCTURA.	kgf	288,80	6,00	1.732,80
Subtotal (\$):						65.836,95
IVA 16% (\$):						10.530,71
Total Presupuesto (\$):						76.367,66

Figura 41: Presupuesto para superestructura. Modelo mixto. Continuacion

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Total \$
ALAMBRE LISO GALVANIZADO CALIBRE Nº 18	kgf	3,03	8,83	26,78
BOMBONA DE OXIGENO INDUSTRIAL (CONTENIDO)	cil	26,80	56,18	1505,71
BOMBONA DEL GAS ACETILENO (CONTENIDO)	cil	14,90	345,77	5150,29
CONCRETO PREMEZCLADO F'c 210 kg/cm ² AS NORMAL #	m ³	11,38	144,07	1639,51
CONECTOR DE CORTE PARA LOSACERO	pza	638,40	1,15	734,16
COSTO DE TRANSPORTE AL SITIO HASTA 50 KM	kgf	915,04	0,24	219,61
FLETE / TRANSPORTE DE CONCRETO PREMEZCLADO	m ³	11,16	8,64	96,39
DISCO ABRASIVO PARA ESMERIL 7"	pza	38,97	11,53	449,36
ELECTRODO E7018 RUTILICO PENETRACION ESTRUCTURAS #	kgf	24,97	16,58	414,05
ELECTRODO R10 E6013 X 350 MM RUTILICO #	kgf	85,73	8,72	747,55
LAMINA LOSACERO / SOFITO METALICO	kgf	951,64	3,66	3483,01
MALLA DE ACERO TRUCKSON ELECTROSOLDADA	kgf	303,24	3,39	1027,98
MANEJO, ALMACENAMIENTO Y CALETEO INTERNO	kgf	288,80	0,36	103,97
PERFIL CONDUVEN ECO 140X60X 3MM 8,89 K/M	kgf	769,16	3,17	2438,25
PERFIL CONDUVEN ECO 100 X 100 X 3 MM 8,89 K/M	kgf	676,68	3,17	2145,07
PERFIL CONDUVEN ECO 120 X 120 X 4MM 14.14 K/M	kgf	961,24	3,17	3047,12

Figura 42: Materiales para la superestructura. Modelo mixto

Fuente: Programa DataLaing Maprex

PERFIL CONDUVEN ECO 120 X 60 E=2,5MM 6,70K/M	kgf	400,26	3,17	1268,82
PERFIL CONDUVEN ECO 135 X 135 X4.3 MM 17.15 K/M	kgf	317,96	3,17	1007,93
PERFIL CONDUVEN ECO 160 X 65 E=3,4 P=11,34K/M	kgf	373,77	3,17	1184,84
PERFIL CONDUVEN ECO 220 X 90 E=4,5MM P=20,72K/M	kgf	768,30	3,17	2435,50
PERFIL CONDUVEN ECO 260 X 90 E=5,5MM P=28,46K/M	kgf	1143,24	3,17	3624,07
PERFIL CONDUVEN ECO 90 X 90 E=2.5 MM 6.7 K/M	kgf	509,98	3,17	1616,65
PINTURA FONDO MINIO ANTICORROSIVO #	gln	75,96	71,21	5408,96
TRANSPORTE DE ACERO	kgf	288,80	0,43	124,18
			TOTAL GENERAL	39899,75

Figura 43: Materiales para la superestructura. Modelo mixto. Continuación

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Cantidad	COP/Dep	Precio Unitario \$	Total \$
ANDAMIO TUBULAR DE UN CUERPO H= 2 MT	48,64	0,009000	255,94	112,04
CAMION 350 CHEVROLET O SIMILAR	14,50	0,004000	19.995,54	1.159,78
CARRETILLA CAP= 110 LT RUEDAS DE GOMA	42,56	0,020000	237,55	202,20
CEPILLO DE ALAMBRE	18,77	0,010000	2,88	0,54
CEPILLO DE ALAMBRE ELECTRICO	9,51	0,030000	203,15	57,94
EQUIPO DE OXIACETILENO CON ACCESORIOS	15,59	1,000000	4,11	64,06
EQUIPO MENOR PARA CABILLA Y MALLA SOLDADA	0,41	1,000000	1,59	0,66
EQUIPO P/PINTAR: BROCHA RODILLO Y EXTENSION	9,51	1,000000	0,80	7,61
EQUIPO Y HERRAM. P/PUESTA OBRA CONCRETO	6,08	1,000000	2,40	14,59
ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	21,67	0,035000	279,94	212,29
GRUA HASTA 12 TON	1,59	1,000000	156,77	248,58
GRUA HIDRAULICA 20 TON GROVE RT 420	1,24	0,003000	52.828,23	197,21
GRUA HIDRAULICA 4 TON	5,59	0,002000	3.601,07	40,26
PLANTA P/ SOLDAR LINCOLN SA-200 GASOIL	6,08	1,000000	151,97	923,98
SOLDADORA A GASOLINA MILLER	1,24	0,004000	7.515,23	37,41
SOLDADORA LINCOLN ELECTRICA 220 V - 225 AMP	11,02	0,050000	626,26	345,05
WINCHE CABRESTANTE CON MOTOR ELECTRICO	12,57	1,000000	71,98	904,97
			TOTAL GENERAL	4.529,17

Figura 44: Equipos para la superestructura. Modelo mixto

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total
AYUDANTE	38,078	3,50	1,50	919,40
CABILLERO DE 1RA	0,413	5,00	1,50	13,97
CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON)	6,080	4,50	1,50	186,14
CHOFER DE 3RA (HASTA 3 TON)	8,420	4,00	1,50	230,53
GÚINCHERO	12,573	4,00	1,50	344,24
MAESTRO CABILLERO	0,206	6,50	1,50	8,98
MAESTRO DE OBRA DE 1RA	15,586	8,00	1,50	830,14
MONTADOR	25,093	5,00	1,50	849,40
OBRA DE 1RA	110,986	3,00	1,50	2320,72
OPERADOR DE GRUA (GRUERO) DE 1RA	6,471	7,00	1,50	302,76
OPERADOR DE GRUA (GRUERO) DE 2DA	1,949	5,00	1,50	65,97
PINTOR DE 1RA	9,506	5,00	1,50	321,79
SOLDADOR DE 1RA	31,173	5,00	1,50	1055,21
			TOTAL GENERAL	7449,24

Figura 45: Mano de obra para superestructura. Modelo mixto

Fuente: Programa DataLaing Maprex

Tiempo de ejecución

Seguidamente, se determinaron la duración de cada una de las 11 partidas estudiadas para la superestructura mixta, de igual manera con base en la Norma COVENIN 200-1992, considerando la cantidad total y su rendimiento teórico, se pudo establecer el tiempo de ejecución de 15 días tomando en cuenta los factores que ocasionen un retraso en la construcción de la superestructura mixta.

Cuadro 29: Duración de las partidas según rendimiento teórico para la superestructura. Modelo mixto

Part No.	Código	Descripción	Unidad	Total	Rendimiento	Duración
1	E361 S/C	Suministro, preparación, montaje y sistema de protección de acero estructural con perfil conduven sección cuadrada 120 x 120 x 4 mm. según especificaciones. conexiones soldadas	kgf	933,24	750	1,24
2	E361 S/C	Suministro, preparación, montaje y sistema de protección de acero estructural con perfil conduven sección cuadrada 135 x 135 x 4.3 mm. según especificaciones. conexiones soldadas	kgf	308,7	530	0,58
3	E361 S/C	Suministro, preparación, montaje y sistema de protección de acero estructural con perfil conduven sección cuadrada 90 x 90 x 2.5 mm. según especificaciones. conexiones soldadas	kgf	495,13	530	0,93
4	E361 S/C	Suministro, preparación, montaje y sistema de protección de acero estructural con perfil conduven sección cuadrada 100 x 100 x 3 mm. según especificaciones. conexiones soldadas	kgf	656,97	530	1,24
5	E361 S/C	Suministro, preparación, montaje y sistema de protección de acero	kgf	1109,94	700	1,59

		estructural con perfil conduven sección rectangular 260 x 90 x 5.5 mm. según especificaciones. conexiones soldadas				
6	E361 S/C	Suministro, preparación, montaje y sistema de protección de acero estructural con perfil conduven sección rectangular 160 x 65 x 3.4 mm. según especificaciones. conexiones soldadas	kgf	362,88	530	0,68
7	E361 S/C	Suministro, preparación, montaje y sistema de protección de acero estructural con perfil conduven sección rectangular 220 x 90 x 4.5 mm. según especificaciones. conexiones soldadas	kgf	745,92	590	1,26
8	E361 S/C	Suministro, preparación, montaje y sistema de protección de acero estructural con perfil conduven sección rectangular 120 x 60 x 2.5 mm. según especificaciones. conexiones soldadas	kgf	388,6	550	0,71
9	E361 S/C	Suministro, preparación, montaje y sistema de protección de acero estructural con perfil conduven sección rectangular 140 x 60 x 3 mm. según especificaciones. conexiones soldadas	kgf	9,01	590	0,02
10	E333 S/C	Losa de concreto f'c 250 kg/cm ² , encofrado colaborante losacero o similar, peso= 6.02 kg/m ² , sección 36/15, h= 38 mm, calibre 24, concreto e= 6 cm sobre la cresta, peralte total de la losa 9.81 cm. no incluye malla para retracción ni tapas laterales	m ²	152	25	6,08
11	ES/C	Suministro, transporte, preparación y colocación de malla electrosoldada de acero para superestructura.	kgf	288,8	700	0,41

					Total	14,75
--	--	--	--	--	-------	-------

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Diagrama de Gantt

Finalmente, se logró determinar el cronograma requerido para llevar a cabo la superestructura mixta, tomando en cuentas las 6 actividades descritas en el diagrama de Gantt y las que se pueden realizar de forma simultánea, permitiendo así que se detalle los avances que tiene la obra, evitando el manejo inadecuado de los recursos y el tiempo, para cumplir con los tiempos establecidos.

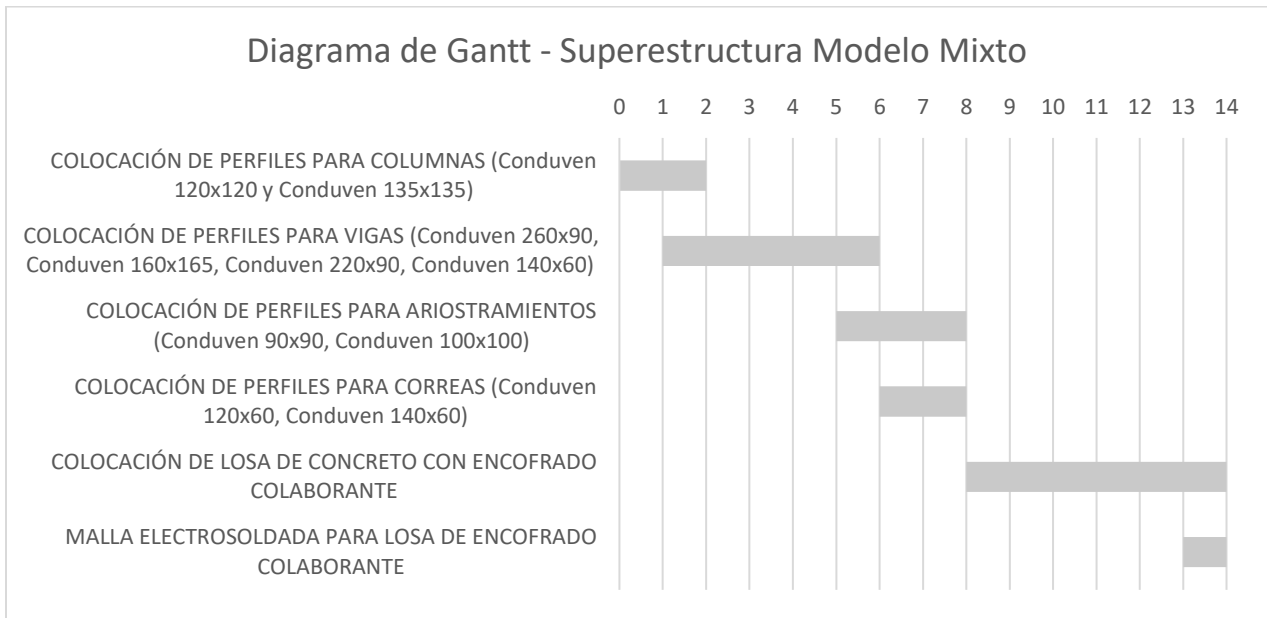


Gráfico 4:Diagrama de Gantt par superestructura. Modelo mixto

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.3 Comparación de los costos constructivos entre la estructura mixta y la de concreto armado.

Posterior a la determinación de costos constructivos realizada tanto para la Estructura Mixta como para la de Concreto Armado, se realizó la comparación económica de ambas edificaciones, lo que permitió determinar cuál es más favorable para las condiciones que se plantearon para esta investigación, dicha comparación se realizó en función de los materiales, equipos, mano de obra, costos de construcción en general y tiempos de ejecución; de manera que permita visualizar los aspectos más determinantes en la variación de costos.

4.3.1 Materiales, Equipos y Mano de Obra

Inicialmente se cotejaron los costos que generan en cada edificación los materiales, equipos y mano de obra, debido a que son los tres factores que representan los costos directos del proyecto y son los más determinantes al momento de realizar el análisis de precios unitarios de cada partida y por lo tanto en el costo de la obra en general. Según Pérez, P (2014, p.14): “Los costos directos de construcción constituyen la parte más representativa del costo total de un proyecto inmobiliario, pues estos pueden estar entre el 40% y el 70%, del valor total del proyecto, por lo cual merecen especial atención”. Mediante la comparación realizada, en la que se distinguen los costos de infraestructura y de superestructura, se logró visualizar cuales son los aspectos más influyentes en los costos de cada estructura y por consiguiente en la diferenciación entre ambos modelos.

Cuadro 30: Cuadro Comparativo de costos Materiales

	Costo de Estructura en Concreto Armado (\$)	Costo de Estructura Mixta (\$)
Fundaciones (Infraestructura)	11716,51	6698,92
Edificación (Superestructura)	35301,29	39899,75
Total	47017,81	46598,67
Variación	1%	

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Cuadro 31: Cuadro Comparativo de costos Equipos

	Costo de Estructura en Concreto Armado (\$)	Costo de Estructura Mixta (\$)
Fundaciones (Infraestructura)	869,04	444,23
Edificación (Superestructura)	2105,96	4529,17
Total	2975,00	4973,40
Variación	67%	

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Cuadro 32: Cuadro Comparativo de costos Mano de Obra

	Costo de Estructura en Concreto Armado (\$)	Costo de Estructura Mixta (\$)
Fundaciones (Infraestructura)	2266,55	1203,39
Edificación (Superestructura)	5113,22	7449,24

Total	7379,77	8652,63
Variación	17%	

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Con base a la comparación realizada se pudo concluir que el factor más determinante en la variación de los precios entre ambos modelos será los equipos a razón de un 67%, seguido de la mano de obra con un 17% y por último los materiales con un 1%. Estos valores se obtuvieron como resultado de la suma de los costos de infraestructura y superestructura. Esta diferenciación se da debido a que los equipos a maquinarias necesarios para llevar a cabo una construcción mixta son más especializados que los que se utilizan para una edificación en concreto armado, como consecuencia de esto se requiere mayor mano de obra calificada para poder dar un uso correcto a estos equipos.

4.3.2 Costos de Construcción

Seguidamente se realizó el análisis comparativo de los costos de construcción en general, poniendo especial atención en los datos obtenidos mediante presupuestos, para lo cual se fraccionaron los presupuestos tanto de infraestructura como de superestructura en las principales actividades a realizar como lo son excavación, encofrado, armado de acero de refuerzo, vaciado de concreto, colocación de acero estructural, entre otros. De esta forma se logró observar cuales son los factores presentes en cada modelo y cuales son particulares de uno de ellos. En este proceso se enfatizó en lo indicado por Tormo, E (2014, p.7):

Uno de los principales objetivos de los proyectos de construcción es finalizar la ejecución dentro del coste establecido o en el margen de desviaciones permitido. Para tal fin, se realiza el seguimiento de los costes a través de un control que requiere de una gestión de sus fases y estructura.

Cuadro 33: Cuadro Comparativo de Costos de Construcción

	Costo de Estructura en Concreto Armado (\$)	Costo de Estructura Mixta (\$)
FUNDACIONES (INFRAESTRUCTURA)		
Excavación	1107,72	549,88
Construcción de Piedra Picada	140,59	93,18
Encofrado de Madera	633,36	272,83
Concreto f'c 250	4231,92	2154,97
Acero de Refuerzo	12354,83	7325,45

Compactación de Relleno	149,88	72,76
Carga de Material	177,66	91,95
Subtotal	18795,96	10561,02
EDIFICACION (SUPERESTRUCTURA)		
Encofrado de Madera	9626,06	-
Losa de Encofrado Colaborante	-	17252,00
Losa Nervada e=25cm	5310,88	-
Concreto f'c 210	4953,44	-
Acero de Refuerzo	34027,11	-
Acero Estructural	-	46832,15
Malla Electrosoldada de Acero	-	1732,80
Subtotal	53917,49	65816,95
Total	72713,45	76377,97
Variación	5%	

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

En el caso del cotejo de los costos constructivos en general se obtuvo que en el caso de la infraestructura el modelo mixto será más económico debido a que las ser la estructura más liviana, los elementos calculados en las fundaciones serán de menor tamaño. Por otra parte, la superestructura mixta será más costosa que su modelo similar en concreto armado, esto debido a que las actividades a realizar serán completamente diferentes y por lo tanto existe la posibilidad de que los costos varíen. En este caso es notable que los costos de la losa para el modelo mixto tendrán una diferencia significativa con que su equivalente en el modelo en concreto armado

4.3.3 Duración de la Obra

Tomando en cuenta que el tiempo es un aspecto importante al momento de realizar cualquier obra y muchas veces determinante al elegir que método constructivo utilizar, es de suma importancia controlar la duración de un proyecto de construcción. “La gestión del tiempo aplicada a la construcción de proyectos de edificaciones es el conjunto de herramientas y técnicas utilizadas para planificar y controlar el tiempo que se emplea para ejecutar el proyecto” (Vidal, A; 2018). En función a esto se realizó por último la comparación de los tiempos de duración de cada edificación,

igualmente diferenciándolos entre infraestructura y superestructura. A través de este cotejo se estableció cuál de los modelos sería el más rápido de ejecutar y en qué porcentaje en relación al otro.

Cuadro 34: Cuadro Comparativo de Duración de Obra

	Duración de Estructura en Concreto Armado (días)	Duración de Estructura Mixta (días)
Fundaciones (Infraestructura)	12	7
Edificación (Superestructura)	22	14
TOTAL	34	21
Variación	62%	

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

Por último, la comparación de la duración de la obra entre ambos métodos constructivos permitió determinar que la estructura mixta, con un tiempo de 21 días (7 en infraestructura y 14 en superestructura) es un 62% más rápida que la estructura en concreto armado con 34 días (12 en infraestructura y 22 en superestructura). Es notable que esta variación sucede debido a que algunas de las actividades planteadas en la edificación mixta se realizan más rápido según los rendimientos teóricos, en ejemplo es en el caso de vigas y columnas, para el modelo en concreto armado se deberá realizar el encofrado, armado de acero de refuerzo y vaciado de concreto, mientras que el caso de la estructura mixta se colocaran los elementos de acero estructural según las conexiones correspondientes

4.4 Definición de los distintos indicadores de gestión de obras, para las dos estructuras planteadas.

Inicialmente se resalta que la industria de la construcción, como cualquier organización, se debe apegar para su correcto funcionamiento a distintos sistemas de costo, de calidad, ambientales, de seguridad industrial y otros. En función a esto, se establecieron indicadores de gestión que permitieron dar valor numérico a las comparaciones realizadas anteriormente, dichos indicadores están enfocados directamente a las dos estructuras planteadas y en factores que representen esta investigación. Posteriormente a través de los indicadores planteados se realizó un cuadro de mando integral, el cual representa una ruta de gestión de obras para el proyecto.

4.4.1 Indicadores de Gestión de Obras

En cuanto a los indicadores de gestión planteados en la presente investigación, se establecieron en busca de que fueran los suficientemente claros, de manera que se convirtieran en un resumen cuantitativo de los datos obtenidos en la investigación, estos se crearon en función de los enfoques financiero, del cliente, de los procesos internos y de los recursos humanos, de manera que posteriormente permitieron que fueran plasmados en los cuadros de mando integral correspondientes. Dichos indicadores fueron calculados en función al área de construcción de ambos modelos, además se establecieron en función a las obras completas, fusionando lo perteneciente a la infraestructura y la superestructura, esto en busca de obtener resultados más precisos. Todo lo indicado poniendo especial atención a lo expresado por Arias, L; Castaño, A; Trejo, M (2019): “La importancia en los indicadores de gestión es que estos reflejen datos veraces y fiables, ya que el análisis de la situación, de otra manera, no será correcto. Por otra parte, si los indicadores son ambiguos, la interpretación será complicada” (p.10)

4.4.1.1 Indicadores con Enfoque Financiero

Mediante estos indicadores se logró medir el factor más importante dentro de la presente investigación, los costos constructivos. De manera que se obtuvo un análisis real del comportamiento económicos de ambos modelos, esto a través del estudio de los gastos generales del proyecto, y de los generados por los materiales, equipos y mano de obra, sabiendo la importancia de los aspectos financieros se puede deducir que estos indicadores permiten tener una visión más clara acerca del método más económico para las condiciones que se han planteado.

Cuadro 35: Indicadores de Gestión de Obras. Enfoque Financiero

Enfoque Financiero			
Objetivo	Indicador	Formula	Unidad
Determinar el Costo Total por Área de Construcción	Costo Constructivo	$\frac{\text{Costo total de Construcción}}{\text{Area de Construcción}}$	\$/m2
Determinar el Costo de Materiales por Área de Construcción	Costo de Materiales	$\frac{\text{Costo de Materiales}}{\text{Area de Construcción}}$	\$/m2
Determinar el Costo de Equipos por Área de Construcción	Costo de Equipos	$\frac{\text{Costo de Equipos}}{\text{Area de Construcción}}$	\$/m2

Determinar el Costo de Mano de Obra por Área de Construcción	Costo de Mano de Obra	$\frac{\text{Costo de Mano de Obra}}{\text{Area de Construcción}}$	\$/m2
--	-----------------------	--	-------

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.4.1.2 Indicadores con Enfoque al Cliente

Como es sabido, cualquier obra civil se genera a partir de los requerimientos del cliente, quien en función a diversos factores decidirá que método constructivo se adapta más a sus necesidades, si bien es cierto que la mayoría de las veces el aspecto decisivo para esta decisión será los costos que genera el proyecto, sin embargo, otros factores también pueden influenciar entre los que se encuentra la duración de la obra. Recordando que siempre se busca optimizar el tiempo a la medida de lo posible, existirán técnicas constructivas que permitan realizar el proyecto más rápido que otros.

Cuadro 36: Indicadores de Gestión de Obras. Enfoque al Cliente

Enfoque al Cliente			
Objetivo	Indicador	Formula	Unidad
Determinar la Duración de la Obra en días por Área de Construcción	Duración de la Obra	$\frac{\text{Duracion de la Obra}}{\text{Area de Construcción}}$	Días/m2
Estimar el Aporte Aproximado por Días de Obra	Inversión	$\frac{\text{Costo total de Construcción}}{\text{Duracion de la Obra}}$	\$/Días

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.4.1.3 Indicadores con Enfoque a los Procesos Internos

Todo proyecto constructivo se lleva a cabo mediante procesos internos, cuya unión dan lugar a la obra en general, si bien es cierto que para dar por concluida cualquiera de las edificaciones planteadas en esta investigación se requieren múltiples procesos, en este caso se determinaron los indicadores correspondientes a los más significativos, como lo son los metros cúbicos de concreto, los kilogramos de acero, los metros cuadrados de encofrado, entre otros.

Cuadro 37: Indicadores de Gestión de Obras. Enfoque a los Procesos Internos

Enfoque a los Procesos Internos			
Objetivo	Indicador	Formula	Unidad

Establecer la Cantidad de Concreto utilizado por Área de Construcción	Concreto	$\frac{\text{Concreto total utilizado}}{\text{Area de Construcción}}$	m3/m2
Establecer la Cantidad de Acero utilizado por Área de Construcción	Acero	$\frac{\text{Acero total utilizado}}{\text{Area de Construcción}}$	Kg/m2
Establecer la Cantidad de Encofrado utilizado por Área de Construcción	Encofrado	$\frac{\text{Encofrado total utilizado}}{\text{Area de Construcción}}$	m2/m2

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.4.1.4 Indicadores con Enfoque a los Recursos Humanos

Por último, se establecieron los indicadores relacionados a los recursos humanos de cada uno de los proyectos que se han planteado, sabiendo que la mano de obra forma parte de los costos directos del mismo, por lo cual no se debe dejar de prestar atención a la misma. En este caso se midieron la cantidad de empleados para cada edificación, de forma que se pudo determinar el número de hombres pertenecientes a cada metro cuadrado de construcción.

Cuadro 38: Indicadores de Gestión de Obras. Enfoque a los Recurso Humanos

Enfoque a los Recursos Humanos			
Objetivo	Indicador	Formula	Unidad
Definir el Total de Empleados por Área de Construcción	Total de Empleados	$\frac{\text{Nro. Total de Empleados}}{\text{Area de Construcción}}$	Hombres/ m2

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

4.4.2 Cuadro de Mando Integral

Posteriormente a haber definido los distintos indicadores de gestión de obras, lo que permitió tener un control estratégico de los procesos constructivos de ambos modelos, se desarrolló el Cuadro de Mando Integral, mediante el cual se generó una comparación cuantitativa de los mismos, de forma que se facilita las tomas de decisiones relacionadas a los diferentes aspectos del proyecto. En dicho cuadro se ensamblaron los indicadores antes establecidos de acuerdo a los enfoques financiero, de clientes, de procesos internos y de recursos humanos, además de las mediciones correspondientes a cada indicador, describiendo así una estrategia para dar inicio a

cualquier obra constructiva similar a la planteada en esta investigación. El desarrollo de este sistema estuvo enmarcado en lo expresado por Norton, D y Kaplan, R. (1996)

El Cuadro de Mando Integral ha demostrado ser una poderosa herramienta para conseguir la aceptación de metas agresivas porque acentúa los vínculos para alcanzar una actuación sobresaliente, en indicadores relacionados, y no se limita a mejorar la actuación, en indicadores aislados. (p.241)

Cuadro 39: Cuadro de Mando Integral con Indicadores de Gestión de Obras

	Objetivo	Indicador	Formula	Unidad	Frecuencia	Resultados	
						Concreto Armado	Mixta
Finanzas	Determinar el Costo Total por Área de Construcción	Costo Constructivo	$\frac{\text{Costo total de Construcción}}{\text{Area de Construcción}}$	\$/m2	Por Obra	301,07	316,27
	Determinar el Costo de Materiales por Área de Construcción	Costo de Materiales	$\frac{\text{Costo de Materiales}}{\text{Area de Construcción}}$	\$/m2	Por Obra	194,69	192,95
	Determinar el Costo de Equipos por Área de Construcción	Costo de Equipos	$\frac{\text{Costo de Equipos}}{\text{Area de Construcción}}$	\$/m2	Por Obra	12,32	20,59
	Determinar el Costo de Mano de Obra por Área de Construcción	Costo de Mano de Obra	$\frac{\text{Costo de Mano de Obra}}{\text{Area de Construcción}}$	\$/m2	Por Obra	30,56	35,83
Clientes	Determinar la Duración de la Obra en días por Área de Construcción	Duración de la Obra	$\frac{\text{Duracion de la Obra}}{\text{Area de Construcción}}$	Días/m2	Por Obra	0,14	0,09
	Estimar el Aporte Aproximado	Inversión	$\frac{\text{Costo total de Construcción}}{\text{Duracion de la Obra}}$	\$/Días	Por Obra	1425,75	2424,70

	por Días de Obra						
Procesos Internos	Establecer la Cantidad de Concreto utilizado por Área de Construcción	Concreto	$\frac{\text{Concreto total utilizado}}{\text{Area de Construcción}}$	m3/m2	Por Obra	0,2	0,08
	Establecer la Cantidad de Acero utilizado por Área de Construcción	Acero	$\frac{\text{Acero total utilizado}}{\text{Area de Construcción}}$	Kg/m2	Por Obra	28,72	29,39
	Establecer la Cantidad de Encofrado utilizado por Área de Construcción	Encofrado de Madera	$\frac{\text{Encofrado total utilizado}}{\text{Area de Construcción}}$	m2/m2	Por Obra	1,59	0,05
Recursos Humanos	Definir el Total de Empleados por Área de Construcción	Total de Empleados	$\frac{\text{Nro. Total de Empleados}}{\text{Area de Construcción}}$	Hombres /m2	Por Obra	1,12	1,30

Fuente: Castellano, Marrero (2023)

CONCLUSIONES

Finalmente, al haber concluido el presente trabajo de investigación, se logró recopilar toda la información necesaria para llevar a cabo la comparación de costos constructivos entre una estructura mixta y una estructura de concreto armado. En función a este objetivo, realizo inicialmente el cálculo estructural de dos edificaciones con las mismas solicitaciones, la primera se diseñó en concreto armado y la segunda como una estructura mixta, acorde a las normativas vigentes citadas anteriormente. A través de dichos cálculos, se desarrollaron sistemas estructurales compuestos por columnas, vigas, losas y fundaciones que permiten la estabilidad de las estructuras. Además, se determinaron las dimensiones, materiales y características de los elementos pertenecientes a ambos modelos y que posteriormente fueron utilizados para proseguir con la investigación.

A continuación, se lograron definir los costos constructivos correspondientes a ambos modelos estructurales, a partir de criterios básicos para el proceso constructivos y en base a los datos obtenidos de la elaboración de cómputos métricos, análisis de precios unitarios y por supuesto los presupuestos de obra para cada uno de las edificaciones y métodos constructivos ya planteados, considerando que también se establecieron los cronograma de trabajo y el estudio del tiempo de ejecución de cada actividad que se realiza en obra por medio de un diagrama de Gantt.

Sin dejar atrás, que el presupuesto se estudió en base a los costos de construcción generales de la obra y teniendo en cuenta un detallado en los materiales, equipos y mano de obra respectivos para cada tipo de estructura en estudio, obteniendo de esa forma una visión más clara en cuanto a los factores o aspectos que son más influyentes en los resultados para la comparación entre ambos modelos.

Luego, se logró realizar el cotejo de los costos de construcción obtenidos anteriormente, lo que permitió llegar a la conclusión principal de que la estructura mixta, incluyendo su infraestructura y superestructura resulta ser un 5% más costosa que su modelo equivalente en concreto armado. Se determinó, además, que la infraestructura mixta es más económica debido a la variación en las cantidades de obra, debido a que los elementos serán de menor tamaño al ser la estructura más liviana; en el caso de la superestructura los costos varían debido a que las actividades a realizar serán diferentes en ambos modelos. Adicionalmente, se obtuvieron otros

factores representativos de esta comparación, siendo uno de los más resaltantes que la estructura mixta es un 62% más rápida en cuando a la duración de la obra, el cual es un aspecto importante a tener en cuenta dependiendo de las necesidades del proyecto.

Por último y con los datos obtenidos a lo largo de la investigación se determinaron los distintos indicadores de gestión de obras correspondientes a los aspectos más relevantes de ambas edificaciones, de esta manera se logró un resumen numérico de la investigación realizada, mediante el cual se estableció un Cuadro de Mando Integral y con este, un sistema que permite facilitar la elección de la técnica constructiva que más se adecuada a las condiciones establecidas de la obra.

En definitiva, se sabe que la estructura mixta será más costosa que el modelo en concreto armado, sin embargo, al notar por medio del análisis realizado que la variación es pequeña y que además trae otras múltiples ventajas tanto estructurales con constructivas, puede llegar a no ser significativa dependiendo de las necesidades y solicitudes de la obra. Por lo tanto, es importante concluir que una estructura mixta, como técnica constructiva puede ser más adecuada, funcional e incluso económica a largo plazo que una estructura convencional en concreto armado.

RECOMENDACIONES

A continuación, es importante resaltar que una vez planteado los resultados obtenidos en cada una de las fases de la investigación realizadas y establecidas las conclusiones pertinentes, se especifican las recomendaciones que serán de ayuda para un mejor entendimiento y aprovechamiento del trabajo de grado, las cuales se encuentran englobadas en las dos estructuras estudiadas, una estructura en concreto armado y una estatura mixta acero-concreto.

- Se recomienda seguir realizando este tipo de investigaciones, de tal manera que actualicen los conocimientos buscando siempre diseñar y construir estructuras con la técnica más funcional, adecuada y económica para las distintas condiciones de un proyecto.
- Se invita a profesionales y estudiantes de Ingeniería Civil a aplicar el presente trabajo de grado en otros proyectos de obras civiles, con el propósito de tener más información cuando se quiere generar propuestas estructurales en base a uno u otro tipo de estructura para un proyecto.
- Se recomienda fomentar la propuesta de nuevas alternativas de métodos constructivos, buscando otras formas de diseño, mejor rendimiento y optimización de los materiales, para obtener costos más bajos que den como resultado obras más competitivas en la industria de la construcción.
- Se recomienda contar con una base de datos actualizada para determinar los costos de los recursos necesarios en la obra, a la hora de realizar un presupuesto, buscando la mejor alternativa de construcción.
- Se recomienda el manejo de softwares utilizados para el presente trabajo de grado tanto para el cálculo estructural en proyectos futuros como para determinar los presupuestos, cómputos métricos, análisis de precios unitarios y control de obra.
- Se recomienda promover el uso de indicadores de gestión como parte de la proyección de cualquier obra, así como ampliar los conocimientos en los proyectistas sobre los mismos, de modo que se logre éxito en la planificación estratégica del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, Fransay; Quiñones, Nayree (2018). *Evaluación estructural del edificio Centro Loyola de la Universidad Católica Andrés Bello con base en las NORMAS COVENIN 1756-01, 1618-98 y FONDONORMA 1753-06*. Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.
- Amaya, Carlos; Casaca, Esdras (2018) *Diseño de Estructuras Metálicas ASD y LFRD*. San Pedro Sula. Honduras. Universidad Nacional Autónoma de Honduras
- Arias, Fidias (2012). *El Proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica* (6ta. ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Baute, José (2019). *Estudio de la factibilidad técnica del uso de vigas mixtas en la estructura del estacionamiento de la catedral de ciudad Guayana*. Puerto Ordaz, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello extensión Puerto Ordaz.
- Besterfield, Dale (2009) *Control de Calidad* (8va ed.) México. Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
- Briones, Pepe; Silva, Gilmer (2020). *Estudio comparativo de costos de columnas mixtas y columnas de concreto armado diseñadas según las NORMAS ACI y E060*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada Del Norte.
- Bowles, Joseph (1992). *Diseño de Acero Estructural*. (1er. Ed). México: EDITORIAL LIMUSA, S.A de C.V
- Carreon, Carlos (2020). *8 Ventajas del Acero Estructural* [Artículo en línea] Ingeniería Online. Consultado el 20 de noviembre de 2022. Disponible en: <https://www.ingenieriaonline.com/?s=ventajas+de+acero+estructural&submit=>
- Colegio de Ingenieros de Venezuela (2006). *COSTO DE LA MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN*. [Artículo en línea].Venezuela: Colegio de ingenieros de Venezuela. Consultado el 20 de enero de 2023. Disponible en: <https://www.distribuidora3hp.com/Biblioteca/FCAS/COSTO%20DE%20LA%20MANO%20DE%20OBRA%20EN%20LA%20CONSTRUCCION.doc#:~:text=El%20Factor%20de%20Costos%20Asociado,PORCENTAJE%2C%20al%20multiplicarlo%20por%20cien.>

- ESCON (2020) *Tipos de Perfiles de Acero* [Artículo en línea] Ciudad Juárez, México. Especialidades en Construcción. Consultado el 19 de enero de 2023. Disponible en: <https://esconjuarez.com.mx/tipos-de-perfiles-de-acero.html#:~:text=Los%20perfiles%20de%20acero%20son,flexi%C3%B3n%20torsión%20entre%20otras.&text=Son%20vigas%20que%20soportar%20cargas,se%20utilizan%20como%20refuerzo%20estructural>
- Figueredo, Omar; Gonzalez, Yole; Matinez, Elizabeth; Moreno, Jannexis; Jiménez, Esmar & Weffer, Ery. (2020). *Manual para la Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos de Trabajo de Grado, Trabajo de Grado, Tesis Doctoral e Informe de Pasantías y Extramuros de la Universidad José Antonio Páez*. San Diego, Venezuela: Universidad José Antonio Páez.
- García, Valentina; Linares, Wilder (2022). *Análisis comparativo de la estimación de costos para la fabricación de conexiones soldadas en naves industriales*. San Diego, Venezuela: Universidad José Antonio Páez.
- Harmesen, Teodoro (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. (3era. Ed). Perú: FONDO EDITORIAL 2002
- León, Roberto (2018) *Los Sistemas Mixtos son probablemente los más dúctiles que se puedan diseñar*. [Artículo en línea] Santiago de Chile, Chile. Instituto Chileno del Acero (ICHA). Consultado el 26 de noviembre de 2022. Disponible en: <https://icha.cl/dr-roberto-t-leon-los-sistemas-mixtos-son-probablemente-los-mas-ductiles-que-se-puedan-disenar/>
- Lira, Gabriel (2019) *Chile es pionero en Estructuras Mixtas* [Artículo en línea] Santiago de Chile, Chile. Construcción Latinoamericana (CLA). Consultado el 28 de noviembre de 2022. Disponible en: <https://www.construccionlatinoamericana.com/news/chile-es-pionero-en-estructuras-mixtas/4137607.article>
- Martínez, Julio; Ortiz, Jesús (1978). *Estructuras mixtas de acero y hormigón*. [Artículo en línea]. Consultado el 19 de enero de 2023. Disponible en <https://edificacionindustrializada.files.wordpress.com/2010/12/mixtas-mc3a1steresi-divulgacion.pdf>
- Mattos, Aldo; Valderrama, Fernando (2014). *Métodos de planificación y control de obras*. Barcelona, España: Editorial Reverté.
- McCormac, Jack; Csernak, Stephen (2012). *Diseño de Estructuras en Acero*. (5ta. ed). México: Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V.

- Norma Americana ACI 318-19 (2019) *Building Code Requirements for Structural Concrete. Requisitos para la Construcción con Hormigón Armado.*
- Norma Americana AISC 341-18. (2018) *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. Disposiciones sísmicas para edificios de acero estructural.*
- Norma Americana AISC 360-19. (2019) *Specification for Structural Steel Buildings. Especificaciones para Construcciones en Acero.*
- Norma Venezolana COVENIN 1618-1998. (1998) *Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites.* (1era. Revisión)
- Norma Venezolana COVENIN 1756-2019. (2019) *Edificaciones Sismorresistentes.* (2da. Revisión)
- Norma Venezolana COVENIN 2000-2-1999. (1999) *Sector Construcción. Mediciones y Codificación de Partidas para Estudios, Proyectos y Construcciones. Parte 2: Suplemento de la NORMA COVENIN -Mindur 2000-II. A-92* (Provisional)
- Norma Venezolana FONDONORMA 1753-2006. (2006) *Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural.* (1era. Revisión)
- Norma Venezolana FONDONORMA 1618-2016. (2016) *Edificaciones. Estructuras metálicas. Parte 1: Especificaciones generales para el diseño.* (2da. Revisión)
- Padilla, Uriel (2012). *COSTO Y PRESUPUESTO DE LA OBRA.* [Artículo en línea]. Consultado el 19 de enero de 2023. Disponible en https://presupuv.weebly.com/uploads/6/7/4/6/6746236/apuntes.costo_y_presupuesto_de_obra.30.05.2012.pdf
- Palella, Santa & Martins, Feliberto (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa.* (2da. Ed.) Caracas, Venezuela: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Pérez, Gardey (2008) *DEFINICIÓN DE COSTO* [Artículo en línea] Definición de. Consultado el 19 de enero de 2023. Disponible en: <https://definicion.de/costo/>
- Pocaterra, Alejandro (2022) *Método Pert-CPM en Planificación y Ejecución de Control de Obras.* San Diego, Venezuela. Universidad José Antonio Páez.
- Ramírez, Carlos; García, Milton; Pantoja, Cristo (2010). *Fundamentos y técnicas de costo.* Cartagena de Indias, Colombia: Editorial Universidad Libre.
- Rivva, Enrique (2000). *Naturaleza y materiales del concreto.* (1era. Ed.). Lima, Perú: Capítulo Peruano ACI

- Romea, Carlos (2016) *Estructuras Mixtas: Acero-Hormigón* [Artículo en línea] Barcelona, España. Zigurat, Global Institute of Technology. Consultado el 20 de noviembre de 2022. Disponible en: <https://www.e-zigurat.com/blog/es/estructuras-mixtas-acero-hormigon/>
- Roda, Víctor (2022) *FLUENCIA* [Artículo en línea] Castellón, España. Universidad Jaume. Consultado el 19 de enero de 2023. Disponible en: <http://www.mecapedia.uji.es/pages/fluencia.html>
- Rueda, Alexander; Vázquez, Odra (2012) *Propuesta de Diseño de Conexión a Momento en Estructuras Mixtas conformadas por Columnas de Concreto Armado y Vigas de Acero*. Valencia, Venezuela. Universidad de Carabobo
- Sampieri, Roberto; Fernández, Carlos; Baptista, María; Méndez, Sergio; Mendoza, Christian. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ta. ed.) Distrito Federal, México: Editorial McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Sevilla, Andrés (2015) *RENTABILIDAD* [Artículo en línea]. Economipedia Consultado el 19 de enero de 2023. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/rentabilidad.html>
- Suarez, Carlos (2002). *Costo y tiempo de edificación*. (3era. Ed). México: EDITORIAL LIMUSA
- Tamayo, Mario; Tamayo. (2004). *El proceso de la investigación científica*. (4ta. Ed.) Distrito Federal, México: Editorial Limusa, S. A de C. V.
- Velaña, Luis (2021). *Diseño sismorresistente de una estructura mixta de 4 niveles, con interacción suelo estructura y diagonales rigidizadoras, para uso administrativo, enfocado a un suelo con características tipo E*. Manabí, Ecuador: Universidad Estatal Del Sur de Manabí.
- Yepes, Víctor (2017). *Breve introducción a los orígenes del hormigón armado*. [Artículo en línea]. España: Canales sectoriales interempresas, Consultado el 20 de noviembre de 2022. Disponible en <https://www.interempresas.net/EMagazines/>
- Yepes, Víctor (2018). *El acero como material estructural*. [Artículo en línea]. España: Universidad Politécnica de Valencia, Consultado el 8 de enero de 2023. Disponible en <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/13/el-acero-como-material-estructural/>

**APÉNDICES: MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL. MODELO EN CONCRETO
ARMADO**

ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO

Solución

DATOS MATERIALES

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

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

CASOS DE CARGA

PP: Peso Propio

SCP: Carga permanente

CV: Carga Variable

CVt: Carga Variable de Techo

CARGAS GRAVITACIONALES

$$SCP_E := 190 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CV_E := 175 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$SCP_T := 54 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CV_T := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

PREDIMENSIONADO DE LOSAS

Tabla 9.6.1

TABLA 9.6.1 ALTURA MÍNIMA DE VIGAS O ESPESOR MÍNIMO DE LOSAS, A MENOS QUE SE CALCULEN LAS FLECHAS

MIEMBROS	ALTURA O ESPESOR MÍNIMO, h			
	Miembros que no soportan ni están unidos a componentes no estructurales susceptibles de ser dañados por grandes flechas			
	Simplemente apoyado	Un extremo continuo	Ambos extremos continuos	Voladizo
Losas macizas	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o Losas con nervios en una sola dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Se definió el sentido del armado de las losas

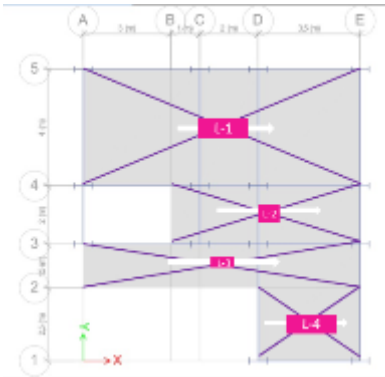
$$L_x := 3 \text{ m} + 1 \text{ m} + 2 \text{ m} + 3.5 \text{ m} = 9.5 \text{ m}$$

$$L_y := 2.5 \text{ m} + 1.5 \text{ m} + 2 \text{ m} + 4 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

$$L_{\min} := 9.5 \text{ m}$$

ARMADO DE LOSAS EN "X"

LOSA DE ENTREPISO



LOSA L-1 IGUAL A LOSA L-3

$$LE1_{AB} := \frac{300 \text{ cm}}{18.5} = 16.216 \text{ cm}$$

$$LE1_{BC} := \frac{100 \text{ cm}}{21} = 4.762 \text{ cm}$$

$$LE1_{CD} := \frac{200 \text{ cm}}{21} = 9.524 \text{ cm}$$

$$LE1_{DE} := \frac{350 \text{ cm}}{18.5} = 18.919 \text{ cm}$$

LOSA L-2

$$LE2_{BC} := \frac{100 \text{ cm}}{18.5} = 5.405 \text{ cm}$$

$$LE2_{CD} := \frac{200 \text{ cm}}{21} = 9.524 \text{ cm}$$

$$LE2_{DE} := \frac{350 \text{ cm}}{18.5} = 18.919 \text{ cm}$$

LOSA L-4

$$LE4_{DE} := \frac{350 \text{ cm}}{16} = 21.875 \text{ cm}$$

$$h_{min_E} := \max(LE1_{AB}, LE1_{BC}, LE1_{CD}, LE1_{DE}, LE2_{BC}, LE2_{CD}, LE2_{DE}, LE4_{DE}) = 21.875 \text{ cm}$$

ALTURA DE LA LOSA DE ENTREPISO

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

PESO DE LA LOSA DE ENTRE PISO

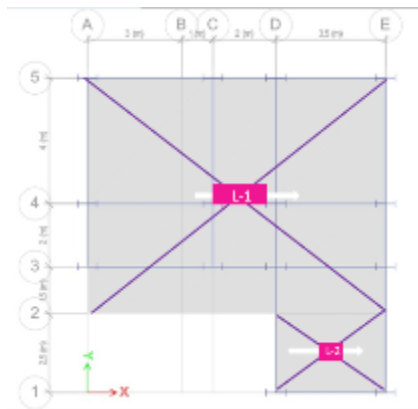
(Tabla 4.3 Pesos Unitarios probables de Elementos Constructivos, continuación).

Losas Nervadas		Espesor total cm	Peso kgf/m ²
3.3.1	Armadas en una dirección	20	270
		25	315
		30	360
		35	415
3.3.2	Armadas en dos direcciones	20	315
		25	375
		30	470
		35	510

$$PPL_E := 315 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

LOSA DE TECHO

PLANTA DE TECHO ARMADA EN "X"



LOSA L-1

$$LT_{1AB} := \frac{300 \text{ cm}}{18.5} = 16.216 \text{ cm}$$

$$LT_{1BC} := \frac{100 \text{ cm}}{21} = 4.762 \text{ cm}$$

$$LT_{1CD} := \frac{200 \text{ cm}}{21} = 9.524 \text{ cm}$$

$$LT_{1DE} := \frac{350 \text{ cm}}{18.5} = 18.919 \text{ cm}$$

LOSA L-2

$$LT2_{DE} := \frac{350 \text{ cm}}{16} = 21.875 \text{ cm}$$

$$h_{min_T} := \max(LT1_{AB}, LT1_{BC}, LT1_{CD}, LT1_{DE}, LT2_{DE}) = 21.875 \text{ cm}$$

ALTURA DE LA LOSA DE TECHO

Se llevó la altura a múltiplo de 5

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

PESO DE LA LOSA DE TECHO

Como la altura es igual a la losa de entrepiso será el mismo peso

$$PPL_T := PPL_E = 315 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

PREDIMENSIONADO DE VIGAS CONCRETO ARMADO

Con las cargas definidas anteriormente

$$PP := PPL_T = 315 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Peso Propio de la viga

$$PP_{VIGA} := 140 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Cargas de servicio entrepiso

$$Q_{serv_E} := PP + SCP_E + CV_E + PP_{VIGA} = 820 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Cargas de servicio entrepiso sin peso de la viga

$$Q_{serv_{ESP}} := PP + SCP_E + CV_E = 680 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Cargas de servicio techo

$$Q_{serv_T} := PP + SCP_T + CV_T + PP_{VIGA} = 609 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Cargas de servicio techo sin peso de la viga

$$Q_{serv_{TSP}} := PP + SCP_T + CV_T = 469 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Factor de Mayoración del Entrepiso

$$FM_E := \frac{1.2 \cdot (PP + SCP_E) \cdot m + 1.6 \cdot CV_E \cdot m}{Qserv_{ESP}} = 1.303 \text{ m}$$

Factor de Mayoración del Techo

$$FM_T := \frac{1.2 \cdot (PP + SCP_T) \cdot m + 1.6 \cdot CV_T \cdot m}{Qserv_{TSP}} = 1.285 \text{ m}$$

Cargas de servicio x área tributaria

$$AT_E := 3 \text{ m}$$

$$L_{VIGA} := 4 \text{ m}$$

$$AT_T := 3 \text{ m}$$

$$Qserve := Qserv_E \cdot AT_E = 2460 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Qservt := Qserv_T \cdot AT_T = 1827 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Momento último del entrepiso

$$M_E := \frac{Qserve \cdot (L_{VIGA})^2}{12} = 3280 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{UE} := M_E \cdot 1.303 = 4273.84 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Momento último del techo

$$M_T := \frac{Qservt \cdot (L_{VIGA})^2}{12} = 2436 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{UT} := M_T \cdot 1.285 = 3130.26 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

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

$$\rho_{pd} := 0.01$$

Altura útil

$$d_E := \sqrt{\frac{M_{UE}}{0.85 \cdot \rho_{pd} \cdot fy \cdot \left(1 - 0.59 \cdot \rho_{pd} \cdot \frac{fy}{f'c}\right)} \cdot B} = 21.271 \text{ cm}$$

$$d_T := \sqrt{\frac{M_{UT}}{0.85 \cdot \rho_{pd} \cdot fy \cdot \left(1 - 0.59 \cdot \rho_{pd} \cdot \frac{fy}{f'c}\right)} \cdot B} = 18.204 \text{ cm}$$

Dimensiones de la Viga

$B_{VE} := 30 \text{ cm}$ $h_{VE} := 40 \text{ cm}$ Vigas de Entrepiso= 30cmx40cm

$B_{VT} := 30 \text{ cm}$ $h_{VT} := 40 \text{ cm}$

Vigas de Techo= 30cmx40cm

ESPECIFICACIONES DE LA EDIFICACIÓN

Uso

Residencial

Profundidad de la roca

H: 30m

Perfil Geotécnico

Clase E

Ubicación

Valencia, Edo. Carabobo

Condición Topográfica

Leve

ACCIÓN SÍSMICA

Tipo de edificación según su uso: “B2”

1) Clasificación según el uso, Sistema estructural y Nivel de diseño

TABLA 4. Factor de Importancia y Períodos Medios de Retorno para el Sismo de Diseño

Grupo de Importancia	Probabilidad de excedencia	PMR (años)	α
A1	2,5% en 50 años	1.975	2,0
A2	5% en 50 años	975	1,5
B1	7% en 50 años	689	1,2
B2	10% en 50 años	475	1,0
C	20% en 50 años	225	0,7

Factor de importancia

$\alpha := 1$

Sistema Estructural

Tipo := “TipoI-a”

3.5.1 Tipo I

Estructuras de vigas y columnas que ante las acciones sísmicas se deforman principalmente por la flexión de sus elementos, y que cumplan con las relaciones dimensionales establecidas en las normas de diseño para cada Nivel de Diseño. Los miembros están conectados por juntas con la rigidez y resistencia necesarias para garantizar la transferencia de tensiones y deformaciones entre ellos. El Tipo I se divide en los siguientes cuatro subtipos:

3.5.1.1 Subtipo I-a

Estructuras constituidas por pórticos, con vigas y columnas conectadas por juntas, de concreto armado, de acero estructural, mixtos acero-concreto o de madera, que satisfacen los siguientes requerimientos:

a) En el caso de pórticos de concreto armado, no se consideran como vigas o columnas aquellos elementos que no posean refuerzo transversal adecuadamente detallado, en especial en lo referido al confinamiento, tales como nervios de losas o muros en su dirección transversal.

2) Parámetros sísmicos.

Coefficiente sísmico básico (Se obtiene del mapa 4.1, 4.2, 4.3)

$$A_0 = 0.15$$

Coefficiente de aceleración espectral horizontal

$$A_1 = 0.12$$

Periodo de Transición

$$T_L = 3.9$$

3) Caracterización del sitio

TABLA 7. Clase de sitio de los perfiles geotécnicos

CLASE	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA	Vs30 (m/s)
A	Roca cristalina sana muy dura, sin fracturación ni meteorización variable.	> 1500
AB*	Propiedades intermedias entre las clases A y B.	1300 a 1500
B	Roca dura o formación similar (e.g. conglomerados), con eventual fracturación y un máximo de 5 metros de espesor de meteorización con Vs ≥ 350 m/s.	850 a 1300
BC*	Propiedades intermedias entre las clases B y C.	650 a 850
C	1) Roca dura con espesor meteorizado superior a 5 metros. 2) Roca blanda (e.g. margas). 3) Arenas o gravas muy densas. 4) Arcillas muy duras.	400 a 650
CD*	Propiedades intermedias entre las clases C y D.	300 a 400
D	1) Arenas o gravas densas a medio-densas. 2) Arcillas duras. 3) Arcillas firmes de menos de 30 metros de espesor.	200 a 300
DE*	Propiedades intermedias entre las clases D y E.	170 a 200
E	1) Arenas sueltas o arenas limosas, con suficiente proporción de finos, no susceptibles de licuación, de acuerdo con 5.5. 2) Arcillas blandas, plásticas (IP > 20) u orgánicas, no incluidas en la Clase F.	120 a 170
F**	Arenas o arenas limosas susceptibles de licuación***, arcillas sensibles, arcillas expansivas, suelos cementados colapsibles, turbas o arcillas orgánicas de más de 3 metros de espesor, arcillas con índice de plasticidad IP > 75 y más de 7 metros de espesor, arcillas firmes o blandas con más de 30 metros de espesor, rellenos artificiales con o sin pendiente y sitios con Vs30 < 120 m/s.	variable; incluye el caso de Vs30 < 120

Clase de sitio según perfil geotécnico **"E"**

Profundidad del basamento rocoso **H := 30 m**

Condición topográfica: **Leve**

Factores de Sitio

Factores de Condición Topográfica

$$F_A T := 1$$

$$F_V T := 1$$

$$F_D T := 1$$

TABLA 11. Factores de condición topográfica

Condición topográfica (Ver 5.2.2)	F _A ^T	F _V ^T	F _D ^T
Leve	1,00	1,00	1,00
Moderada	1,20	1,10	1,05
Severa	1,40	1,20	1,10

Factores de Profundidad de Basamento rocoso

$$F_A H := 1$$

$$F_V H := 1$$

$$F_D H := 1$$

TABLA 12. Factores de profundidad del basamento rocoso

H (m)	F _A ^H	F _V ^H	F _D ^H
0	1,00	0,98	0,93
10	1,00	1,00	0,96
30	1,00	1,00	1,00
60	1,00	1,02	1,05
100	1,01	1,05	1,10
200	1,02	1,08	1,20
300	1,03	1,10	1,30
500	1,05	1,20	1,60
750	1,07	1,30	2,10
≥ 1.000	1,10	1,40	2,80

Factores de Clase de sitio para periodos cortos, intermedios y largos

Periodos cortos

$$U := \alpha \cdot A_0 = 0.15$$

$$F_A C := 1.60$$

TABLA 8. Factor de clase de sitio para periodos cortos, F_A^C

αA_0^*	CLASE DE SITIO								
	A	AB	B	BC	C	CD	D	DE	E
0,01	0,80	0,85	0,90	1,00	1,30	1,60	1,90	2,40	2,70
0,05	0,80	0,85	0,90	1,00	1,30	1,50	1,75	2,05	2,20
0,1	0,80	0,85	0,90	1,00	1,25	1,45	1,60	1,75	1,85
0,2	0,80	0,85	0,90	1,00	1,25	1,35	1,40	1,35	1,35
0,3	0,80	0,85	0,90	1,00	1,20	1,25	1,25	1,10	1,00
0,4	0,80	0,85	0,90	1,00	1,20	1,20	1,15	0,95	0,85
0,5	0,80	0,85	0,90	1,00	1,15	1,15	1,00	0,80	0,70

* Para sismo extremo o sismo frecuente, α se sustituirá por α_2 o α_1 , respectivamente.

Periodos intermedios

$$U := \alpha \cdot A_1 = 0.12$$

$$F_V C := 2.94$$

TABLA 9. Factor de clase de sitio para periodos intermedios, F_V^C

αA_1^*	CLASE DE SITIO								
	A	AB	B	BC	C	CD	D	DE	E
0,01	0,80	0,85	0,90	1,00	1,40	1,80	2,30	3,30	4,00
0,05	0,80	0,85	0,90	1,00	1,40	1,75	2,20	3,00	3,30
0,1	0,80	0,85	0,90	1,00	1,40	1,75	2,10	2,70	3,00
0,2	0,80	0,85	0,90	1,00	1,40	1,70	2,00	2,50	2,70
0,3	0,80	0,85	0,90	1,00	1,40	1,70	1,95	2,30	2,45
0,4	0,80	0,85	0,90	1,00	1,40	1,65	1,90	2,15	2,30
0,5	0,80	0,85	0,90	1,00	1,40	1,65	1,85	2,00	2,15

* Para sismo extremo o sismo frecuente, α se sustituirá por α_2 o α_1 , respectivamente.

Periodos largos

$$F_D C := 2.65$$

TABLA 10. Factor de clase de sitio para periodos largos, F_D^C

CLASE DE SITIO								
A	AB	B	BC	C	CD	D	DE	E
0,85	0,90	0,95	1,00	1,20	1,40	1,70	2,25	2,65

Factores de Sitio Totales

Periodos cortos

$$F_A := F_A T \cdot F_A H \cdot F_A C = 1.6$$

Periodos intermedios

$$F_V := F_V T \cdot F_V H \cdot F_V C = 2.94$$

Periodos largos

$$F_D := F_D T \cdot F_D H \cdot F_D C = 2.65$$

Intensidad sísmica del diseño

$$A_A := F_A \cdot \alpha \cdot A_0 = 0.24$$

$$A_V := F_V \cdot \alpha \cdot A_1 = 0.353$$

Nivel de Diseño

Con el dato de A_a podemos obtener el nivel de diseño

TABLA 2. Niveles de Diseño permitidos

Grupo de Importancia	Intensidad sísmica de diseño en el sitio, A_a		
	$A_a \leq 0,10$	$0,10 < A_a \leq 0,20$	$A_a > 0,20$
A1	ND3	ND3	ND3
A2	ND2, ND3	ND3	ND3
B1	ND2, ND3	ND2, ND3	ND3
B2	ND1, ND2, ND3	ND2, ND3	ND2, ND3
C	ND1, ND2, ND3	ND1, ND2, ND3	ND2, ND3

Con apoyo de la tabla 16 podemos confirmar el nivel de diseño

TABLA 16. Limitación en el número de pisos para los Tipos/Subtipos estructurales de acuerdo al Sistema Sismorresistente, Material, Intensidad Sísmica (A_s) y Nivel de Diseño (ND1, ND2, ND3)

Tipo Subtipo	Sistema Sismorresistente	Material / Norma (ver 6.2.1)	Número máximo de pisos: (SL = sin límite; np= no permitido); (ND2* y ND1*: sólo para Grupos de Importancia B2 y C)								
			$A_s > 0,2$			$0,1 < A_s \leq 0,2$			$A_s \leq 0,1$		
			ND3	ND2	ND3	ND2	ND1	ND3	ND2	ND1	
I-a	Pórticos de concreto armado (vigas y columnas).	Concreto / C1	SL	2	SL	10	np	SL	SL	10	
	Pórticos de acero estructural (vigas y columnas).	Acero / A	SL	2	SL	16	10	SL	SL	16	
	Pórticos mixtos restringidos (vigas y columnas).	Ac. - Conc. / A	SL	2	SL	10	np	SL	SL	10	
	Pórticos mixtos parcialmente restringidos (vigas y columnas).	Ac. - Conc. / A	np	2	np	10	np	np	16	np	
	Pórticos de madera con espigas y pernos (vigas y columnas).	Madera / MD	5	2	7	5	np	10	7	np	
	Pórticos prefabricados de concreto armado.	Concreto / C2	5	2	7	5	np	10	7	5	
I-b	Pórticos de acero con vigas de celosía conectadas a momentos.	Acero / A	16	np	SL	np	np	SL	np	5	
I-c	Pórticos de acero con columnas articuladas en la base.	Acero / A	5	2	7	5	2	7	5	5	
I-d	Losas macizas o reticulares sobre columnas, sin vigas.	Concreto / C3	np	2	np	5	np	np	5	3	
	Losas macizas o reticulares sobre muros, sin vigas ni muros en una dirección. Análisis en esa dirección.	Concreto / C1	np	np	np	np	np	np	np	3	
II-a	Losas nervadas sobre vigas y columnas, sin vigas en la dirección de los nervios. Análisis en esa dirección.	Concreto / C1	np	np	np	np	np	np	np	3	
	Sistema dual de pórticos y muros con dinteles dúctiles, pórticos arriostrados excéntricamente o de pandeo restringido, combinación de I-a y III-a.	Concreto / C1	SL	2	SL	16	np	SL	SL	np	
		Ac. - Conc. / A	SL	2	SL	16	np	SL	SL	np	
II-b	Sistema dual de pórticos y muros, pórticos arriostrados concéntricamente o paneles, combinación de I-a y III-b.	Concreto / C1	SL	2	SL	16	np	SL	SL	13	
		Acero / A	SL	2	SL	20	10	SL	SL	16	
		Ac. - Conc. / A	SL	2	SL	16	np	SL	SL	13	
	Sistema dual, prefabricado, de pórticos y muros, combinación de I-a y III-b.	Concreto / C2	np	2	np	5	2	np	7	5	
III-a	Muros de concreto armado. Acoplados con dinteles dúctiles.	Concreto / C1	16	np	SL	np	np	SL	np	np	
	Pórticos de acero con arriostramientos excéntricos acoplados con eslabones dúctiles.	Acero / A	16	np	SL	np	np	SL	np	np	
	Pórticos con arriostramientos de pandeo restringido.	Acero / A	16	np	SL	np	np	SL	np	np	
	Pórticos mixtos con arriostramientos excéntricos acoplados con eslabones dúctiles de acero.	Ac. - Conc. / A	16	np	SL	np	np	SL	np	np	

Podemos observar que de la tabla 16 de la norma 1756-2019 confirmamos la escogencia del nivel de diseño siguiendo que para pórticos en concreto armado con un número de piso mayor a 2 dando

ND3

Escogencia del factor de redundancia según la norma 1756-2019

TABLA 13. Factor de Redundancia ρ

Sistema Estructural*	ρ
Posee al menos tres planos sismorresistentes en la dirección de análisis, cada uno de ellos con al menos tres vanos.	1,0
Posee al menos dos planos sismorresistentes en la dirección de análisis, cada uno de ellos con al menos dos vanos.	1,2
Posee al menos dos planos sismorresistentes en la dirección de análisis, con un sólo vano.	1,5
Posee un sólo plano sismorresistente en la dirección de análisis.	2,0

* No se permite interpolar entre casos intermedios.

$$\rho := 1$$

Factor de ampliación espectral

7.6 Valores del Amortiguamiento y del Factor de Amplificación Espectral

Los valores del coeficiente de amortiguamiento y del factor de amplificación espectral β son los siguientes:

a) Se usará un valor del coeficiente de amortiguamiento de 5%, excepto cuando se especifique otro valor en esta norma o en otra norma de diseño, o en el caso que estudios especiales justifiquen el uso de un valor distinto. Para este valor de amortiguamiento de 5%, el factor β es igual a 2,4 (fórmula 7.11).

$$\xi := 5\% \quad \beta := \max \left(2,4, \frac{A_A}{A_V} \right) = 2,4$$

$$T_D := T_L \cdot \frac{F_D}{F_V} = 3,515$$

$$T_C := \frac{1}{2.4} \cdot \left(\frac{A_V}{A_A} \right) = 0.613$$

$$T_B := 0.25 \cdot T_C = 0.153$$

$$T_A := 0.2 \cdot T_B = 0.031$$

if (0.02 ≤ T_A ≤ 0.05, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

Componente Sísmica Vertical

$$C_{SV} := \beta \cdot A_A \cdot \gamma_{max} \cdot \eta_o$$

$$\gamma_{max} := 1.6$$

$$\eta_o := 0.55 + 1.5 \cdot \alpha \cdot A_O = 0.775$$

$$C_{SV} := \beta \cdot A_A \cdot \gamma_{max} \cdot \eta_o = 0.714$$

TABLA 19. Parámetros del espectro de la componente sísmica vertical

Clase De Sitio	Y ₀	Y _{max}	Y _{min}	T _{CV} (s)	η ₀	η _c
A, AB, B, BC	0,7	1	0,42	0,2	0,85+0,5 αA ₀	1,45-1,5 αA ₀
C, CD	0,8	1,3	0,36	0,3	0,7+ αA ₀	1,36-1,2 αA ₀
D, DE, E	0,9	1,6	0,3	0,4	0,55+1,5 αA ₀	1,3-αA ₀

CP = SCP + PP

$$S_v := C_{SV} \cdot CP$$

Combinación 4 y 5

$$CP := 1.2 + 0.3 \cdot S_v = 1.414$$

Combinación 6 y 7

$$CP := 0.9 - 0.3 \cdot S_v = 0.686$$

Coefficiente de la rama espectral para periodos largos

TABLA 17. Valores del coeficiente q

Clase de Sitio	q
A, AB, B	1,5
BC, C	1,7
CD, D	1,9
DE, E	2,0

$$q := 2$$

Factor de Reducción

$$R := 4$$

TABLA 15. Norma de Diseño, Factor de Reducción (R), Factor de Sobre-resistencia (Ω_v) y Factor de Amplificación del Desplazamiento (C_d) para los Tipos/Subtipos estructurales de acuerdo al Sistema Sismorresistente, Material y Nivel de Diseño. (cuando aplica).

Tipo Subtipo	Sistema Sismorresistente	Material / Norma (ver 6.2.1)	R			Ω _v	C _d		
			NB1	NB2	NB3		NB1	NB2	NB3
I-a	Porticos de concreto armado (vigas y columnas)	Concreto / C1	6	4	2	3	4½	3½	1½
	Porticos de acero estructural (vigas y columnas)	Acero / A	6	3½	2½	3	4½	3½	2½
	Porticos mixtos restringidos (vigas y columnas)	Ac - conc / A	6	4	2½	3	4½	3½	2
	Porticos mixtos parcialmente restringidos (vigas y columnas)	Ac - conc / A	na	4½	na	3	na	4½	na
	Porticos de madera con espigas y pernos (vigas y columnas)	Madera / MD	4	2½	na	3	4	2½	na
I-b	Porticos prefabricados de concreto armado	Concreto / C2	4½	3	1½	3	4½	3	1½
I-b	Porticos de acero con vigas de celosía conectadas a momento	Acero / A	5	na	2	3	4	na	1½
I-c	Porticos de acero con columnas articuladas en la base	Acero / A	4½	3½	2	3	3½	3	1½
I-d	Losas macizas o reticulares sobre columnas, sin vigas	Concreto / C1	na	3	1½	3	na	3	1½
	Losas macizas sobre muros, sin vigas ni muros en una dirección. Analizados en esa dirección	Concreto / C1	na	na	1½	3	na	na	1½
II-a	Losas nervadas sobre vigas y columnas, sin vigas en la dirección de las nervaduras. Analizados en esa dirección	Concreto / C1	na	na	1½	3	na	na	1½
	Sistema dual de porticos y muros con ámbulos rígidos	Concreto / C1	5½	4½	na	2½	4½	3½	na
	Sistema dual de porticos y muros con ámbulos rígidos, porticos armados concéntricamente o de pando restringido, combinación de I-a y III-a	Acero / A Ac - conc / A	6 6	5 5	na	2½	4½	3½	na
II-b	Sistema dual de porticos y muros, porticos armados concéntricamente o pando, combinación de I-a y III-b	Concreto / C1 Acero / A Ac - conc / A	5 5 5	4½ 4 3	2½	2½	4 3½	3½	2½
	Sistema dual, prefabricado, de porticos y muros, combinación de I-a y III-b	Concreto / C1	na	2½	1½	2½	na	2½	1½
	Muros de conc. Arm. Aceptados con detalles óptimos	Concreto / C1	5	na	na	2½	4½	na	na
	Porticos de acero con armostramientos concéntricos aceptados con solapamiento óptimos	Acero / A	6	na	na	3	4½	na	na
III-a	Porticos con armostramientos de pando restringido	Acero / A	6	na	na	2½	4½	na	na
	Porticos mixtos con armostramientos concéntricos aceptados con solapamiento óptimos de acero	Ac - conc / A	6	na	na	2½	4½	na	na

Periodo característico del espectro de respuesta inelástica

$$T_{\ddagger} := 0.1 \cdot (R - 1) = 0.3$$

TABLA 18. Valores del periodo característico T' en segundos

R	T'
$R < 5$	$0.1 (R-1)$
$R \geq 5$	0.4

if ($0.25 \cdot T_C \leq T_{\ddagger} \leq T_C$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

Espectro de Desplazamiento

Factor de Sobrerresistencia

$$\Omega := 3$$

Factor de Amplificación del Desplazamiento

$$C_d := 4 + \frac{3}{4} = 4.75$$

Periodo fundamental Aproximado

Altura de la edificación

$$h_n := 6$$

TABLA 24. Valores de C_t para determinar T_a

Tipo estructural	C_t
Pórticos de concreto armado (Subtipo I-a)	0,07
Pórticos de acero (Subtipo I-a)	0,08
Pórticos de acero con arriostramiento excéntrico (Subtipos III-a y II-a)	0,075
Pórticos de acero con arriostramiento de pandeo restringido (Subtipos III-a y II-a)	0,075
Otros	0,05

$$C_T := 0.07$$

Determinando el periodo fundamental aproximado

$$T_a := C_T \cdot (h_n)^{0.75} = 0.268$$

Factor de Irregularidad

6.4 Factor de Irregularidad

El Factor de Irregularidad (F_i) asociado a cada tipo de irregularidad estructural se determina así:

- F_i está dado en la tabla 14. Las irregularidades se describen en 3.6.3. Una construcción puede tener factores de irregularidad diferentes en sus dos direcciones horizontales de análisis.
- Si la construcción tiene más de una de las irregularidades indicadas en la tabla 14, F_i será el producto de los factores asociados a cada irregularidad, pero no mayor que 1.4.
- Si la construcción no tiene ninguna de las irregularidades indicadas en la tabla 14, el valor de F_i es igual a uno.

TABLA 14. Factor de Irregularidad

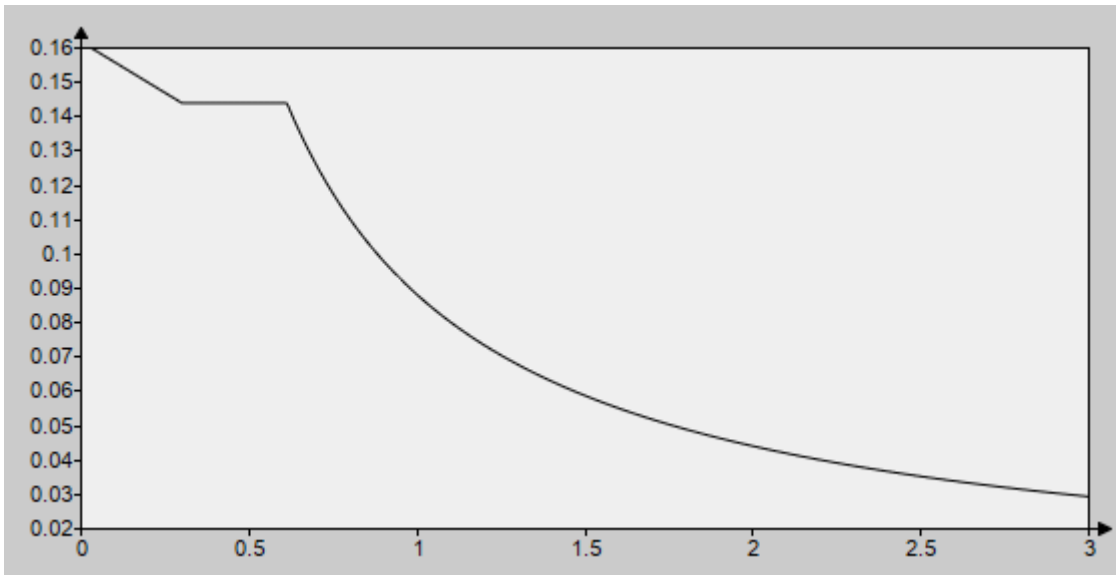
		Irregularidad (ver 3.6.3)	F_I
Vertical	Crítica	a) Entrepiso blando	1,3
	Crítica	b) Entrepiso débil	1,3
	Global	c) Distribución irregular de masas de uno de los pisos contiguos	1,1
	Global	d) Aumento de las masas con la elevación	1,1
	Global	e) Esbeltez excesiva	1,1
	Local	f) Variaciones en las dimensiones del sistema estructural	1,1
	Local	g) Discontinuidad en el plano del sistema resistente a cargas laterales	1,3
	Local	h) Falta de conexión entre planos resistentes	1,2
En planta	Crítica	a) Gran excentricidad	1,3
	Crítica	b) Riesgo torsional elevado	1,3
	Global	c) Sistema no ortogonal	1,1
	Global	d) Diafragma flexible	1,1

$$F_I := 1$$

$$T := T_a = 0.268$$

$$T := 0.001, 0.01 \dots 3$$

$$A_d(T) = \mu \left(T < T_A, \frac{\rho \cdot F_I \cdot A_A}{1.5}, \mu \left(T_A < T \leq T_1, \rho \cdot F_I \cdot A_A \cdot \left(\frac{1}{1.5} + \left(\frac{\beta}{R} - \frac{1}{1.5} \right) \cdot \left(\frac{T - T_A}{T_1 - T_A} \right) \right), \mu \left(T_1 < T \leq T_C, \rho \cdot F_I \cdot \frac{\beta \cdot A_A}{R}, \mu \left(T_C < T \leq T_D, \rho \cdot F_I \cdot \frac{\beta \cdot A_A}{R} \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right), \rho \cdot F_I \cdot \frac{\beta \cdot A_A}{R} \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \cdot \left(\frac{T_D}{T} \right)^{\mu} \right) \right) \right)$$



$$T_a = 0.268$$

$$A_d := \rho \cdot F_I \cdot \frac{\beta \cdot A_A}{R} \cdot \left(\frac{T_C}{T_a} \right) = 0.329$$

CORTANTE BASAL Y VERIFICACIÓN DEL COEFICIENTE SÍSMICO

Número de niveles por encima de la base

$$N := 2$$

Mayor de los valores dados por las fórmulas

$$T_C = 0.613$$

$$\mu := \max \left(1.4 \cdot \left(\frac{N+9}{2 \cdot N+12} \right), 0.8 + \frac{1}{20} \cdot \left(\frac{T_a}{T_C} - 1 \right) \right) = 0.963$$

Corte Basal por análisis estático
 Peso Sísmico $W=1.0 \text{ PP} + 1.0 \text{ SCP} + 0.15 \text{ CV}$

$$W := 134.2324 \text{ tonnef}$$

Output Name	Case Type	RC tonf	PY tonf	PT tonf	MC tonf-in	MY tonf-in	MP tonf-in	X in	Y in
HAD SUBC	Load	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0	0	0

Valor del cortante basal dinámico para sismo

$$V_o := W \cdot A_d \cdot \mu = 42.463 \text{ tonnef}$$

Coefficiente sísmico C

$$C := \frac{V_o}{W} = 0.316$$

$$C_{min} := \frac{A_A}{R} = 0.06$$

Coefficiente sísmico mínimo

$$V_o := \text{if}(C \geq C_{min} \geq 0.01, \text{"Ok"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Ok"}$$

Cortante

Sismo en X

$$V_{ox} := 17.2216 \text{ tonnef}$$

$$R_x := \frac{V_o}{V_{ox}} = 2.466$$

Output Name	Case Type	Map Type	RC tonf	PY tonf	PT tonf	MC tonf-in	MY tonf-in	MP tonf-in	X in	Y in
Ax	LoadCase	Max	11.2030	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
Ay	LoadCase	Max	2.1114	18.968	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0

$$\text{if}\left(\frac{V_o}{V_{ox}} > 1, \text{"Se debe corregir"}, \text{"No se corrige"}\right) = \text{"Se debe corregir"}$$

Sismo en Y

$$V_{oy} := 16.985 \text{ tonnef}$$

$$R_y := \frac{V_o}{V_{oy}} = 2.5$$

$\text{if}\left(\frac{V_o}{V_{oy}} > 1, \text{"Se debe corregir"}, \text{"No se corrige"}\right) = \text{"Se debe corregir"}$

Se aplicó la corrección

Corrección del cortante

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	S. M.
Sx	UnRespSec	Max	42.4684	0.2764	0	0.7345	238.8734	338.3542	0
Sy	UnRespSec	Max	0.2764	42.4625	0	221.8210	0.8585	247.1610	0

Sismo en X

$$V_{c_{ox}} := 42.4684 \text{ tonnef}$$

$$R_{cx} := \frac{V_o}{V_{c_{ox}}} = 0.9999$$

$\text{if}\left(\frac{V_o}{V_{c_{ox}}} \geq 1, \text{"Se debe corregir"}, \text{"No se corrige"}\right) = \text{"No se corrige"}$

Sismo en Y

$$V_{c_{oy}} := 42.4625 \text{ tonnef}$$

$$R_{cy} := \frac{V_o}{V_{c_{oy}}} = 1$$

$\text{if}\left(\frac{V_o}{V_{c_{oy}}} \leq 1, \text{"Se debe corregir"}, \text{"No se corrige"}\right) = \text{"No se corrige"}$

Coefficiente sísmico dinámico

Sismo en X

$$C_{dinx} := \frac{V_{c_{ox}}}{W} = 0.316$$

$$R_{xdin} := \frac{C_{min}}{C_{dinx}} = 0.19$$

$\text{if}\left(\frac{C_{min}}{C_{dinx}} > 1, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}\right) = \text{"Cumple"}$

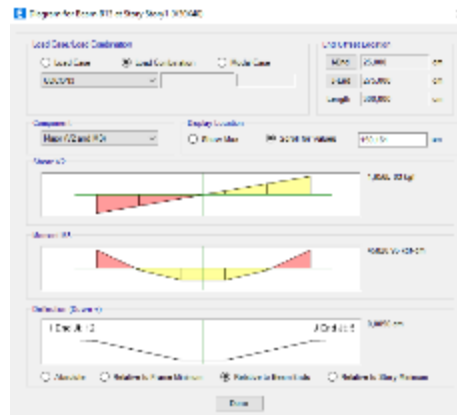
Sismo en Y

$$C_{diny} := \frac{V_{c_{oy}}}{W} = 0.316$$

$$R_{ydin} := \frac{C_{min}}{C_{diny}} = 0.19$$

$$M_{m\acute{a}x} := \max(M_{P_{m\acute{a}x}}, MN_{IZQ}, MN_{DER})$$

$$M_{m\acute{a}x} = 71464.91 \text{ kgf}\cdot\text{cm}$$



Materiales

$$f'c = 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

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

$$E_C := 15100 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 218819.789 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$E_S := 2100000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Deformación cedente del acero

$$\epsilon_y := 0.002$$

Deformación última del concreto

$$\epsilon_{CU} := 0.003$$

$$\beta_1 := 0.85$$

Factor de minoración para resistencia a flexión

$$\phi := 0.9$$

Deformación mínima del acero para falla controlada por tracción

$$\epsilon_T := 0.005$$

Cálculo del acero mínimo

$$As_{min} := \frac{14 \cdot b_V \cdot d_V}{fy \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}}} = 3.5 \text{ cm}^2$$

Chequeo con Momento máximo

$$a := d_V - \sqrt{d_V^2 - \frac{2 \cdot M_{m\acute{a}x}}{\beta_1 \cdot f'c \cdot \phi \cdot b_V}} = 0.426 \text{ cm}$$

$$c := \frac{a}{\beta_1} = 0.501 \text{ cm}$$

Profundidad máxima del eje neutro para garantizar una falla controlada por tracción

$$c_{m\acute{a}x} := \left(\frac{\epsilon_{CU}}{\epsilon_{CU} + \epsilon_T} \right) \cdot d_V = 13.125 \text{ cm}$$

$$c_{min} := \left(\frac{\varepsilon_{CU}}{\varepsilon_{CU} - \varepsilon_y} \right) \cdot d_V' = 15 \text{ cm}$$

if ($c < c_{m\acute{a}x}$, "Cumple", "No Cumple, Aumentar la secci3n") = "Cumple"

$$k := \frac{M_{m\acute{a}x}}{0.9 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm} \cdot (d_V)^2} = 0.003$$

$$w := \frac{1 - \sqrt{1^2 - \frac{4}{1.7} \cdot k}}{2} = 0.003$$

$$As_{m\acute{a}x} := w \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_V \cdot \frac{f'c}{fy} = 0.541 \text{ cm}^2$$

$$As_{m\acute{a}x} := \max(As_{m\acute{a}x}, As_{min}) = 3.5 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{real} := \frac{As_{m\acute{a}x}}{b_V \cdot d_V} = 0.003$$

$$\rho_{m\acute{a}x} := \frac{0.85 \cdot \beta_1 \cdot f'c}{fy} \cdot \left(\frac{\varepsilon_{CU}}{0.003 + \varepsilon_{CU} + \varepsilon_y} \right) = 0.014$$

if ($\rho_{real} < \rho_{m\acute{a}x}$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

Acero longitudinal del momento Negativo lado izquierdo del tramo

$$k_{tizq.neg} := \frac{MN_{IZQ}}{0.9 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm} \cdot (d_V)^2} = 0.003$$

$$w := \frac{1 - \sqrt{1^2 - \frac{4}{1.7} \cdot k_{tizq.neg}}}{2} = 0.003$$

$$As_{neg.izq} := w \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_V \cdot \frac{f'c}{fy} = 0.541 \text{ cm}^2$$

$$As_{neg.izq} := \max(As_{neg.izq}, As_{min}) = 3.5 \text{ cm}^2$$

Acero longitudinal del momento Negativo lado Derecho del tramo

$$k_{tder.neg} := \frac{MN_{DER}}{0.9 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm} \cdot (d_V)^2} = 0.003$$

$$w := \frac{1 - \sqrt{1^2 - \frac{4}{1.7} \cdot k_{tder.neg}}}{2} = 0.003$$

$$As_{neg.der} := w \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_V \cdot \frac{f'c}{fy} = 0.536 \text{ cm}^2$$

$$As_{neg.der} := \max(As_{neg.izq}, As_{min}) = 3.5 \text{ cm}^2$$

Acero longitudinal del momento positivo del tramo

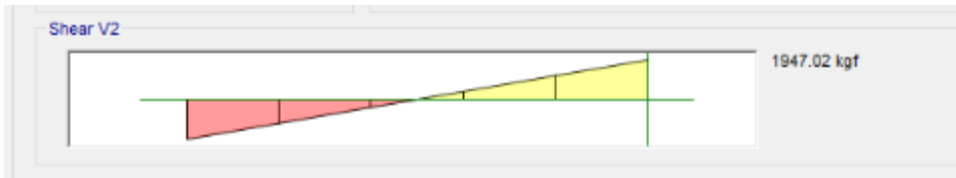
$$k_{tizq.pos} := \frac{Mp_{máx}}{0.9 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm} \cdot (d_V)^2} = 0.002$$

$$w := \frac{1 - \sqrt{1^2 - \frac{4}{1.7} \cdot k_{tizq.pos}}}{\frac{2}{1.7}} = 0.002$$

$$As_{neg.pos} := w \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_V \cdot \frac{f'c}{fy} = 0.347 \text{ cm}^2$$

$$As_{neg.pos} := \max(As_{neg.izq}, As_{min}) = 3.5 \text{ cm}^2$$

Cálculo de refuerzo a cortantes (estribos)



$$V_{uVIGA} := 1947.02 \text{ kgf}$$

$$V_{max} := 0.75 \cdot \left(\frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_V \cdot d_V + \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_V \cdot d_V \right) = 9.51 \text{ tonnef}$$

if ($V_{uVIGA} < V_{max}$, "Ok!", "Necesita Redimensionar!") = "Ok!"

Cálculo Área de Estribo mínimo

$$s := \frac{d_V}{2} = 17.5 \text{ cm}$$

$$Aviga_{min_1} := 0.062 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot \frac{b_V \cdot s}{fy} = 0.112 \text{ cm}^2$$

$$Aviga_{min_2} := 0.35 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{b_V \cdot s}{fy} = 0.044 \text{ cm}^2$$

$$Aviga_{min} := \max(Aviga_{min_1}, Aviga_{min_2}) = 0.112 \text{ cm}^2$$

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Área mm ²	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.580
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.300
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Se necesitaron estribos No. 3 con un área de 0.71 cm²

DIMENSIONADO DE COLUMNAS

Ejemplo columna A4

Valor recomendado de Peso de columnas

$$P_c := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$Att_{col.e} := 3 \text{ m}^2$$

Columnas Esquineras

$$\alpha_e := 0.2$$

$$Pt_{col.e} := (Qserv_{TSP} + PP_{VIGA} + P_c) \cdot Att_{col.e} = 2127 \text{ kgf}$$

$$Bt_{col.e} := \sqrt{\frac{Pt_{col.e}}{\alpha_e \cdot f'c}} = 7.116 \text{ cm}$$

Se destaca, que este procedimiento se repitió para todas las columnas, quedando los valores especificados en la siguiente tabla

EJES	UBICACIÓN	PLANTA TECHO					B	UBICACIÓN	PLANTA ENTREPISO					B	
		AT	QSERV	PESO C	PESO V	TOTAL			AT	QSERV	PESO C	PESO V	TOTAL		
A4	Esquina	0.20	3.00	469.00	100.00	140.00	2127.00	7.12	0.20	3.00	680.00	100.00	140.00	4887.00	10.79
A2		0.20	2.25	469.00	100.00	140.00	1595.25	6.16	0.20	0.00	680.00	100.00	140.00	1595.25	6.16
C1		0.20	3.50	469.00	100.00	140.00	2481.50	7.69	0.20	3.50	680.00	100.00	140.00	5701.50	11.65
D4		0.20	3.50	469.00	100.00	140.00	2481.50	7.69	0.20	3.50	680.00	100.00	140.00	5701.50	11.65
D1		0.20	3.50	469.00	100.00	140.00	2481.50	7.69	0.20	3.50	680.00	100.00	140.00	5701.50	11.65
A3	Lateral	0.25	5.25	469.00	100.00	140.00	3722.25	8.42	0.25	3.00	680.00	100.00	140.00	6482.25	11.11
B4		0.25	6.00	469.00	100.00	140.00	4254.00	9.00	0.25	6.00	680.00	100.00	140.00	9774.00	13.64
B2		0.25	4.50	469.00	100.00	140.00	3190.50	7.80	0.25	2.25	680.00	100.00	140.00	5260.50	10.01
C4		0.25	6.50	469.00	100.00	140.00	4808.50	9.37	0.25	6.50	680.00	100.00	140.00	10588.50	14.20
C2		0.25	8.38	469.00	100.00	140.00	5941.42	10.64	0.25	8.38	680.00	100.00	140.00	13651.02	16.13
D3	Centro	0.25	6.13	469.00	100.00	140.00	4346.17	9.10	0.25	6.13	680.00	100.00	140.00	9985.77	13.79
D2		0.25	6.13	469.00	100.00	140.00	4346.17	9.10	0.25	6.13	680.00	100.00	140.00	9985.77	13.79
B3		0.28	16.50	469.00	100.00	140.00	11698.50	14.11	0.28	8.25	680.00	100.00	140.00	19288.50	18.11
C3		0.28	11.38	469.00	100.00	140.00	8068.42	11.71	0.28	11.38	680.00	100.00	140.00	18538.02	17.76

Columnas de Entrepiso 30x30

Columnas de Techo 30x30

Diseño de Losa Nervada

Altura de la losa $h := 25 \text{ cm}$

$$r := 3 \text{ cm}$$

$$d := h - r = 22 \text{ cm}$$

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

$$f'c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$j_u := 0.95$$

Losas de Entrepiso

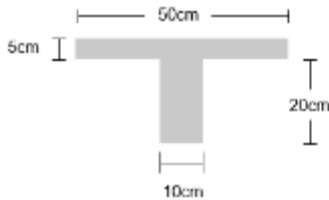
Análisis De Cargas
Carga Permanente

$$PP := 315 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad SCP := 190 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad CP := PP + SCP = 505 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Carga Variable

$$CV := 175 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Cargas en el Nervio



$h_{\text{loseta}} := 5 \text{ cm}$
 $h_{\text{nervio}} := 20 \text{ cm}$
 $b_{\text{nervio}} := 10 \text{ cm}$
 $b_{\text{loseta}} := 50 \text{ cm}$

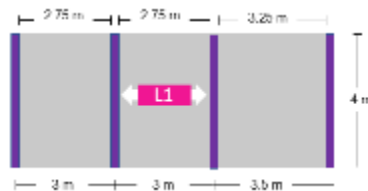
$$CP_{\text{nervio}} := CP \cdot 0.5 \text{ m} = 252.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$CV_{\text{nervio}} := CV \cdot 0.5 \text{ m} = 87.5 \text{ m} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Mayoración de Cargas

$$Pu := 1.2 CP_{\text{nervio}} + 1.6 CV_{\text{nervio}} = 443 \text{ m} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

LOSA 1



Cálculo de Momentos (Según Tabla 6.5.2 de ACI 318-19)

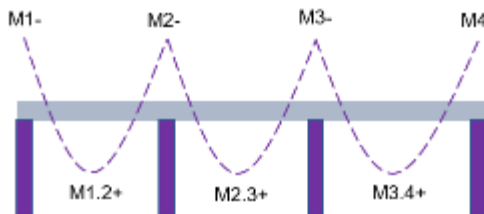


Tabla 6.5.2 — Momentos aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Manzana	Ubicación	Condición	M_u
Positivo	Vanos exteriores	Extremo discontinuo momenticamente con el apoyo	$\alpha_e \ell_n^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$\alpha_e \ell_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todas	$\alpha_e \ell_n^2 / 16$
Negativo	Caras interiores de los apoyos	Miembros conexiones momenticamente con viga axial de apoyo	$\alpha_e \ell_n^2 / 24$
		Miembros conexiones momenticamente con columna de apoyo	$\alpha_e \ell_n^2 / 16$
	Caras exteriores del primer tramo interior	Dos vanos	$\alpha_e \ell_n^2 / 9$
		Más de dos vanos	$\alpha_e \ell_n^2 / 12$
	Las demás caras de apoyos	Todas	$\alpha_e \ell_n^2 / 11$
	Caras de todos los apoyos que cumplan tal o tal	En losas con h que no exceda de 3 m En vigas en las cuales la relación entre la suma de los alturas de las columnas y la altura de la viga exceda de 4 en cada extremo del vano	$\alpha_e \ell_n^2 / 12$

⁽¹⁾ Para calcular los momentos negativos, α_e debe ser el promedio de las longitudes de los vanos adyacentes.

Momentos Negativos

$$M1_{neg} := Pu \cdot (2.75 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{24} = 0.14 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{neg} := Pu \cdot \left(\frac{2.75 \text{ m} + 2.75 \text{ m}}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{10} = 0.335 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M3_{neg} := Pu \cdot \left(\frac{2.75 \text{ m} + 3.25 \text{ m}}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{10} = 0.399 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M4_{neg} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{24} = 0.195 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momentos Positivos

$$M1.2_{pos} := Pu \cdot (2.75 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{11} = 0.305 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2.3_{pos} := Pu \cdot (2.75 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{16} = 0.209 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M3.4_{pos} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{11} = 0.425 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Cálculo de Aceros

$$As := \frac{M}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d}$$

$$As1_{neg} := \frac{M1_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.177 \text{ cm}^2$$

$$As2_{neg} := \frac{M2_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.424 \text{ cm}^2$$

$$As3_{neg} := \frac{M3_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.505 \text{ cm}^2$$

$$As4_{neg} := \frac{M4_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.247 \text{ cm}^2$$

$$As1.2_{pos} := \frac{M1.2_{pos}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.386 \text{ cm}^2$$

$$As2.3_{pos} := \frac{M2.3_{pos}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.265 \text{ cm}^2$$

$$As_{3.4_{pos}} := \frac{M_{3.4_{pos}}}{0.9 \cdot F_y \cdot j_u \cdot d} = 0.538 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_{nervio} \cdot d}{F_y} = 0.531 \text{ cm}^2$$

$$1 \phi \ 3/8'' \ 0.71 \text{ cm}^2$$

Acero Transversal (En Loseta)

$$As_{loseta} := 0.0018 \cdot 100 \text{ cm} \cdot h_{loseta} = 0.9 \text{ cm}^2$$

$$1 \phi \ 1/2'' \ 1.27 \text{ cm}^2$$

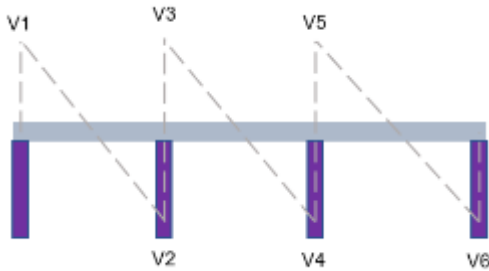
$$S_{max} := 5 \cdot h_{loseta} = 25 \text{ cm}$$

$$1 \phi \ 1/2'' \ @ \ 25 \text{ cm}$$

Verificación a Cortante (Según Tabla 6.5.4 de ACI 318-19)

Tabla 6.5.4 – Cortantes aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Ubicación	V_u
Cara exterior del primer apoyo interior	$1.15 w_u \ell_u / 2$
Cara de todos los demás apoyos	$w_u \ell_u / 2$



$$V1 := P_u \cdot 2.75 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 609.125 \text{ kgf}$$

$$V2 := P_u \cdot 2.75 \text{ m} \cdot \frac{1.15}{2} = 700.494 \text{ kgf}$$

$$V3 := P_u \cdot 2.75 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 609.125 \text{ kgf}$$

$$V4 := P_u \cdot 2.75 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 609.125 \text{ kgf}$$

$$V5 := P_u \cdot 3.25 \text{ m} \cdot \frac{1.15}{2} = 827.856 \text{ kgf}$$

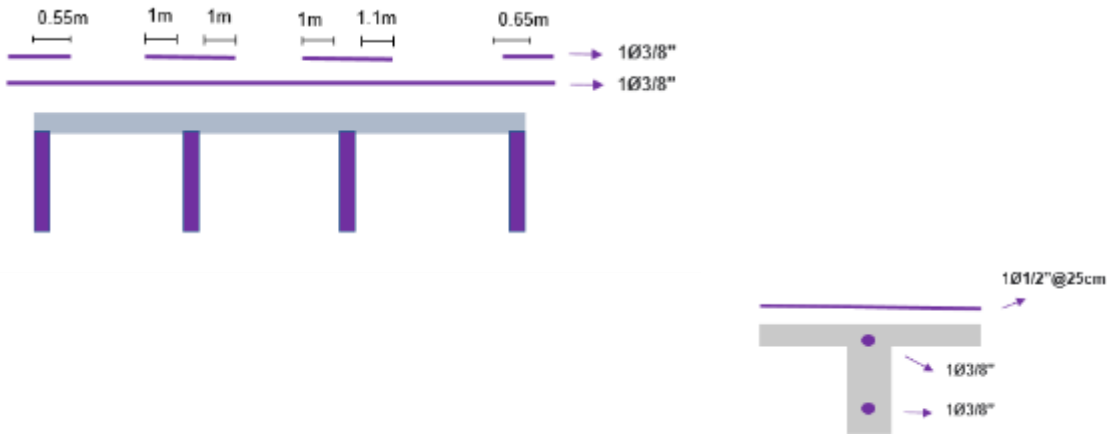
$$V6 := P_u \cdot 3.25 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 719.875 \text{ kgf}$$

Cortante Resistente por el Nervio

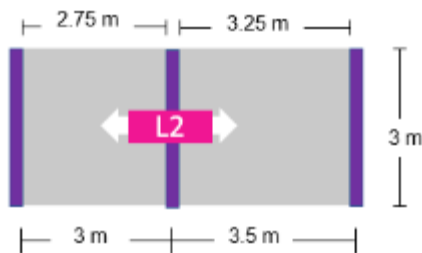
$$\phi := 0.85$$

$$V_c := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b_{\text{nervio}} \cdot d = 1436.24 \text{ kgf}$$

El Cortante Resistente por el Nervio fue mayor a todos los cortantes generados en la losa, por lo tanto no es necesario es refuerzo a corte



LOSA 2



Calculo de Momentos (Según Tabla 6.5.2 de ACI 318-19)

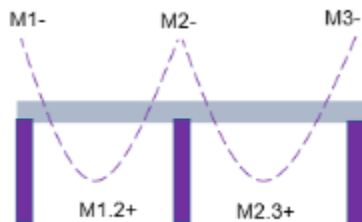


Tabla 6.5.2 — Momentos aproximados para vigas continuas no pretensadas y losas en una dirección

Momento	Ubicación	Condición	M_u
Positivo	Vanos extremos	Entradas discretas o continuas con el apoyo	$\alpha_u \ell_n^2 / 14$
		El extremo discreto no está restringido	$\alpha_u \ell_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todos	$\alpha_u \ell_n^2 / 16$
Negativo	Cara interior de los apoyos	Miembros continuos restringidos con viga directa en apoyo	$\alpha_u \ell_n^2 / 14$
		Miembros continuos restringidos con columna de apoyo	$\alpha_u \ell_n^2 / 16$
	Cara exterior del primer apoyo interior	Columnas	$\alpha_u \ell_n^2 / 8$
		Losas de dos vanos	$\alpha_u \ell_n^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todos	$\alpha_u \ell_n^2 / 11$
	Cara de todos los apoyos que cumplen (a) o (b)	(a) Losas con luces que no excedan de 3 m (b) Vigas en las cuales la rebelda entre la parte de las rebeldas de las columnas y la rigidez de la viga excede de 3 en cada extremo de la losa	$\alpha_u \ell_n^2 / 12$

⁽¹⁾ Para calcular los momentos negativos, ℓ_n debe ser el promedio de las luces de los vanos adyacentes.

Momentos Negativos

$$M1_{neg} := Pu \cdot (2.75 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{24} = 0.14 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{neg} := Pu \cdot \left(\frac{2.75 \text{ m} + 3.25 \text{ m}}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{10} = 0.399 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M3_{neg} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{24} = 0.195 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momentos Positivos

$$M1.2_{pos} := Pu \cdot (2.75 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{11} = 0.305 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2.3_{pos} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{11} = 0.425 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Calculo de Aceros

$$As := \frac{M}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d}$$

$$As1_{neg} := \frac{M1_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.177 \text{ cm}^2$$

$$As2_{neg} := \frac{M2_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.505 \text{ cm}^2$$

$$As3_{neg} := \frac{M3_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.247 \text{ cm}^2$$

$$As1.2_{pos} := \frac{M1.2_{pos}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.386 \text{ cm}^2$$

$$As2.3_{pos} := \frac{M2.3_{pos}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.538 \text{ cm}^2$$

$$Asmin := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot bnervio \cdot d}{Fy} = 0.531 \text{ cm}^2$$

1 ϕ 3/8" 0.71 cm²

Acero Transversal (En Loseta)

$$A_{s\text{loseta}} := 0.0018 \cdot 100 \text{ cm} \cdot h_{\text{loseta}} = 0.9 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{max}} := 5 \cdot h_{\text{loseta}} = 25 \text{ cm}$$

$$1 \phi 1/2'' \quad 1.27 \text{ cm}^2$$

$$1 \phi 1/2'' @ 25 \text{ cm}$$

Verificación a Cortante (Según
Tabla 6.5.4 de ACI 318-19)

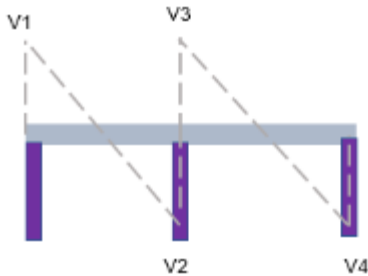


Tabla 6.5.4 – Cortantes aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Ubicación	V_u
Cara exterior del primer apoyo interior	$1.15w_u \ell_u / 2$
Cara de todos los demás apoyos	$w_u \ell_u / 2$

$$V1 := Pu \cdot 2.75 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 609.125 \text{ kgf}$$

$$V2 := Pu \cdot 2.75 \text{ m} \cdot \frac{1.15}{2} = 700.494 \text{ kgf}$$

$$V3 := Pu \cdot 3.25 \text{ m} \cdot \frac{1.15}{2} = 827.856 \text{ kgf}$$

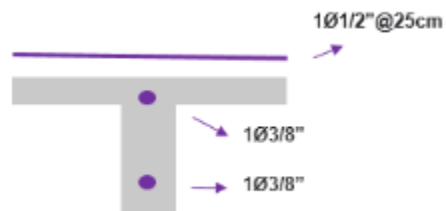
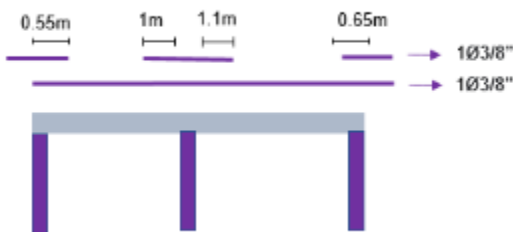
$$V4 := Pu \cdot 3.25 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 719.875 \text{ kgf}$$

Cortante Resistente por el Nervio

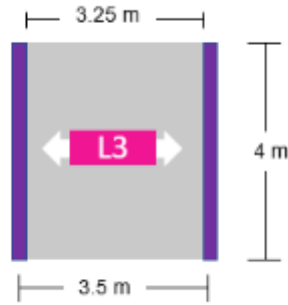
$$\phi := 0.85$$

$$V_c := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b_{\text{nervio}} \cdot d = 1436.24 \text{ kgf}$$

El Cortante Resistente por el Nervio fue mayor a todos los cortantes generados en la losa, por lo tanto no es necesario es refuerzo a corte



LOSA 3



Calculo de Momentos (Según Tabla 6.5.2 de ACI 318-19)

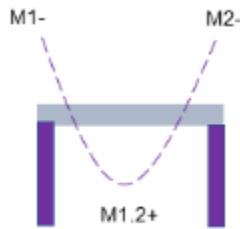


Tabla 6.5.2 — Momentos aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Momento	Ubicación	Coefficiente	M_u
Positivo	Slabos exteriores	Extremo discontinuo monolítico con el apoyo	$\alpha_e \ell_u^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$\alpha_e \ell_u^2 / 11$
	Vanos interiores/Todos		$\alpha_e \ell_u^2 / 16$
Negativo	Cara interior de un apoyo exterior	Miembros conectados axialmente por viga distal de apoyo	$\alpha_e \ell_u^2 / 24$
		Miembros conectados axialmente con columna de apoyo	$\alpha_e \ell_u^2 / 18$
	Cara exterior del primer apoyo interior	Dos vanos	$\alpha_e \ell_u^2 / 9$
		Más de dos vanos	$\alpha_e \ell_u^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todos	$\alpha_e \ell_u^2 / 11$
	Cara de todos los apoyos que soportan (a) o (b)	(a) Losas con liras que no excedan de 3 m (b) Vigas en las cuales la relación entre la masa de los extremos de las columnas y la rigidez de la viga conectada a cada extremo del vano	$\alpha_e \ell_u^2 / 12$

⁽¹⁾ Para calcular los momentos negativos, ℓ_u debe ser el promedio de los lados de los vanos adyacentes.

Momentos Negativos

$$M1_{neg} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{24} = 0.195 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{neg} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{24} = 0.195 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momentos Positivos

$$M1.2_{pos} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{11} = 0.425 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Calculo de Aceros

$$As := \frac{M}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d}$$

$$As1_{neg} := \frac{M1_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.247 \text{ cm}^2$$

$$As2_{neg} := \frac{M2_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.247 \text{ cm}^2$$

$$As1.2_{pos} := \frac{M1.2_{pos}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.538 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b_{nervio} \cdot d}{F_y} = 0.531 \text{ cm}^2 \quad 1 \phi 3/8'' \quad 0.71 \text{ cm}^2$$

Acero Transversal (En Loseta)

$$A_{sloseta} := 0.0018 \cdot 100 \text{ cm} \cdot h_{loseta} = 0.9 \text{ cm}^2$$

$$1 \phi 1/2'' \quad 1.27 \text{ cm}^2$$

$$S_{max} := 5 \cdot h_{loseta} = 25 \text{ cm}$$

$$1 \phi 1/2'' @ 25 \text{ cm}$$

Verificación a Cortante (Según
Tabla 6.5.4 de ACI 318-19)

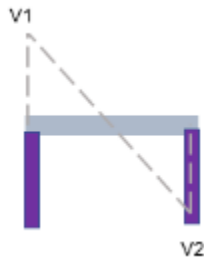


Tabla 6.5.4 – Cortantes aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Ubicación	V_u
Cara exterior del primer apoyo interior	$1.15w_u \ell_n / 2$
Cara de todos los demás apoyos	$w_u \ell_u / 2$

$$V1 := P_u \cdot 3.25 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 719.875 \text{ kgf}$$

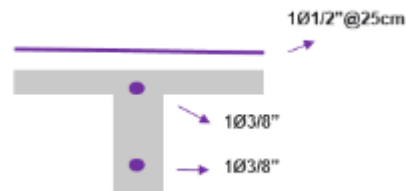
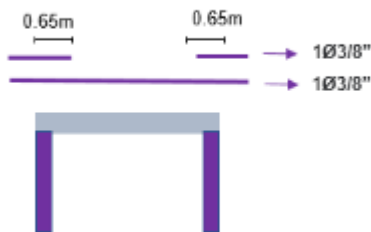
$$V2 := P_u \cdot 3.25 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 719.875 \text{ kgf}$$

Cortante Resistente por el Nervio

$$\phi := 0.85$$

$$V_c := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b_{nervio} \cdot d = 1436.24 \text{ kgf}$$

El Cortante Resistente por el Nervio fue mayor a todos los cortantes generados en la losa, por lo tanto no es necesario es refuerzo a corte



Losas de Techo

Análisis De Cargas

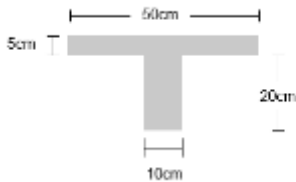
Carga Permanente

$$PP := 315 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad SCP := 54 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad CP := PP + SCP = 369 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Carga Variable

$$CV := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Cargas en el Nervio



$$\begin{aligned} h_{\text{loseta}} &:= 5 \text{ cm} \\ h_{\text{nervio}} &:= 20 \text{ cm} \\ b_{\text{nervio}} &:= 10 \text{ cm} \\ b_{\text{loseta}} &:= 50 \text{ cm} \end{aligned}$$

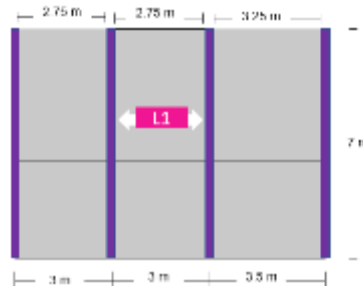
$$CP_{\text{nervio}} := CP \cdot 0.5 \text{ m} = 184.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$CV_{\text{nervio}} := CV \cdot 0.5 \text{ m} = 50 \text{ m} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Mayoración de Cargas

$$Pu := 1.2 CP_{\text{nervio}} + 1.6 CV_{\text{nervio}} = 301.4 \text{ m} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

LOSA 1



Calculo de Momentos (Según Tabla 6.5.2 de ACI 318-19)

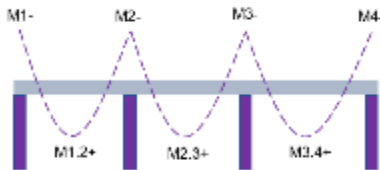


Tabla 6.5.2 — Momentos especificados para vigas

Monomenteo	El momento	Constante	β_u
Vigas de borde	En los extremos de las vigas de borde	β_u	$\beta_u/4$
	En los extremos de las vigas interiores	β_u	$\beta_u/8$
	En los extremos de las vigas de borde	β_u	$\beta_u/8$
Vigas interiores	En los extremos de las vigas interiores	β_u	$\beta_u/8$
	En los extremos de las vigas de borde	β_u	$\beta_u/8$
	En los extremos de las vigas interiores	β_u	$\beta_u/8$
Vigas de borde	En los extremos de las vigas de borde	β_u	$\beta_u/8$
	En los extremos de las vigas interiores	β_u	$\beta_u/8$
	En los extremos de las vigas de borde	β_u	$\beta_u/8$

* Para obtener los momentos en las vigas de borde, se debe usar el valor de β_u en la columna de la izquierda.

Momentos Negativos

$$M1_{neg} := Pu \cdot (2.75 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{24} = 0.095 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{neg} := Pu \cdot \left(\frac{2.75 \text{ m} + 2.75 \text{ m}}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{10} = 0.228 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M3_{neg} := Pu \cdot \left(\frac{2.75 \text{ m} + 3.25 \text{ m}}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{10} = 0.271 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M4_{neg} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{24} = 0.133 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momentos Positivos

$$M1.2_{pos} := Pu \cdot (2.75 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{11} = 0.207 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2.3_{pos} := Pu \cdot (2.75 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{16} = 0.142 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M3.4_{pos} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{11} = 0.289 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Calculo de Aceros

$$As := \frac{M}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d}$$

$$As1_{neg} := \frac{M1_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.12 \text{ cm}^2$$

$$As2_{neg} := \frac{M2_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.289 \text{ cm}^2$$

$$As3_{neg} := \frac{M3_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.343 \text{ cm}^2$$

$$As4_{neg} := \frac{M4_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.168 \text{ cm}^2$$

$$As1.2_{pos} := \frac{M1.2_{pos}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.262 \text{ cm}^2$$

$$As2.3_{pos} := \frac{M2.3_{pos}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.18 \text{ cm}^2$$

$$As_{3.4_{pos}} := \frac{M_{3.4_{pos}}}{0.9 \cdot F_y \cdot j_u \cdot d} = 0.366 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b_{\text{nervio}} \cdot d}{F_y} = 0.531 \text{ cm}^2$$

$$1 \phi \ 3/8'' \ 0.71 \text{ cm}^2$$

Acero Transversal (En Loseta)

$$As_{loseta} := 0.0018 \cdot 100 \text{ cm} \cdot h_{loseta} = 0.9 \text{ cm}^2$$

$$1 \phi \ 1/2'' \ 1.27 \text{ cm}^2$$

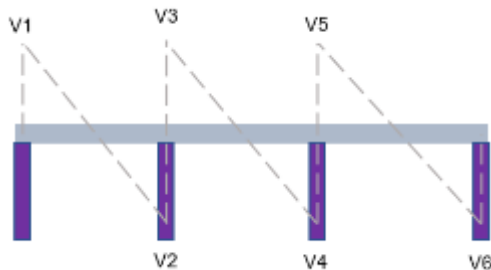
$$S_{max} := 5 \cdot h_{loseta} = 25 \text{ cm}$$

$$1 \phi \ 1/2'' \ @ \ 25 \text{ cm}$$

Verificación a Cortante (Según Tabla 6.5.4 de ACI 318-19)

Tabla 6.5.4 – Cortantes aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Ubicación	V_u
Cara exterior del primer apoyo interior	$1.15 w_u \ell_n / 2$
Cara de todos los demás apoyos	$w_u \ell_n / 2$



$$V1 := P_u \cdot 2.75 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 414.425 \text{ kgf}$$

$$V2 := P_u \cdot 2.75 \text{ m} \cdot \frac{1.15}{2} = 476.589 \text{ kgf}$$

$$V3 := P_u \cdot 2.75 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 414.425 \text{ kgf}$$

$$V4 := P_u \cdot 2.75 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 414.425 \text{ kgf}$$

$$V5 := P_u \cdot 3.25 \text{ m} \cdot \frac{1.15}{2} = 563.241 \text{ kgf}$$

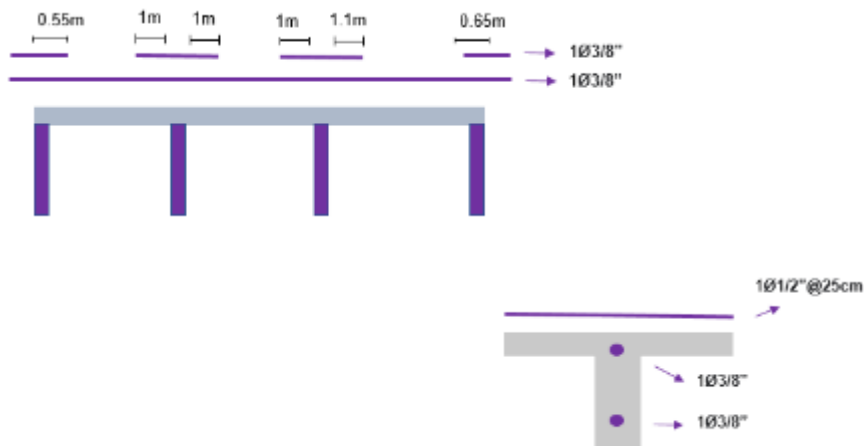
$$V6 := P_u \cdot 3.25 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 489.775 \text{ kgf}$$

Cortante Resistente por el Nervio

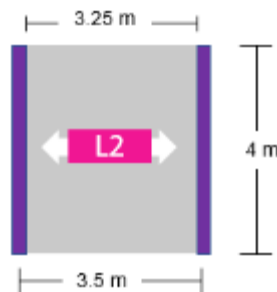
$$\phi := 0.85$$

$$V_c := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b_{\text{nervio}} \cdot d = 1436.24 \text{ kgf}$$

El Cortante Resistente por el Nervio fue mayor a todos los cortantes generados en la losa, por lo tanto no es necesario es refuerzo a corte



LOSA 2



Calculo de Momentos (Según Tabla 6.5.2 de ACI 318-19)

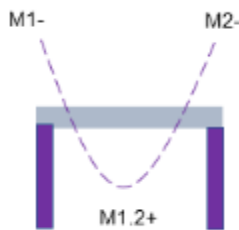


Tabla 6.5.2 — Momentos aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Momento	Utilización	Coefficiente	M_u
Positivo	Vigas extremas	Extremos discontinuos monolíticos con el apoyo	$\alpha_u \ell_u^2 / 14$
		El extremo discontinuo no con resaca	$\alpha_u \ell_u^2 / 11$
	Vigas interiores	Todas	$\alpha_u \ell_u^2 / 16$
Negativo	Cara inferior de los apoyos exteriores	Miembros continuados monolíticamente por viga distal de apoyo	$\alpha_u \ell_u^2 / 24$
		Miembros continuados monolíticamente con columna de apoyo	$\alpha_u \ell_u^2 / 6$
	Cara exterior del pilar	Doce vanos	$\alpha_u \ell_u^2 / 9$
	Apoyo interior	Más de dos vanos	$\alpha_u \ell_u^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todas	$\alpha_u \ell_u^2 / 11$
		Cara de todos los apoyos que cumplen (a) o (b)	(a) Losas con luces que no excedan de 3 m (b) Vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga excede de 8 en cada extremo del vano

⁽¹⁾ Para calcular los momentos negativos, ℓ_u debe ser el promedio de los brazos de las vigas adyacentes.

Momentos Negativos

$$M1_{neg} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{24} = 0.133 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2_{neg} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{24} = 0.133 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momentos Positivos

$$M1.2_{pos} := Pu \cdot (3.25 \text{ m})^2 \cdot \frac{1}{11} = 0.289 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Calculo de Aceros

$$As := \frac{M}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d}$$

$$As1_{neg} := \frac{M1_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.168 \text{ cm}^2$$

$$As2_{neg} := \frac{M2_{neg}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.168 \text{ cm}^2$$

$$As1.2_{pos} := \frac{M1.2_{pos}}{0.9 \cdot Fy \cdot ju \cdot d} = 0.366 \text{ cm}^2$$

$$Asmin := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot bnervio \cdot d}{Fy} = 0.531 \text{ cm}^2 \quad 1 \phi 3/8'' \quad 0.71 \text{ cm}^2$$

Acero Transversal (En Loseta)

$$Asloseta := 0.0018 \cdot 100 \text{ cm} \cdot hloseta = 0.9 \text{ cm}^2 \quad 1 \phi 1/2'' \quad 1.27 \text{ cm}^2$$

$$Smax := 5 \cdot hloseta = 25 \text{ cm} \quad 1 \phi 1/2'' @ 25 \text{ cm}$$

Verificación a Cortante (Según Tabla 6.5.4 de ACI 318-19)

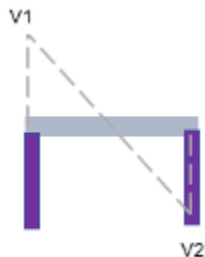


Tabla 6.5.4 – Cortantes aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Ubicación	V_u
Cara exterior del primer apoyo interior	$1.15w_u \ell_n / 2$
Cara de todos los demás apoyos	$w_u \ell_n / 2$

$$V1 := Pu \cdot 3.25 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 489.775 \text{ kgf}$$

$$V2 := Pu \cdot 3.25 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 489.775 \text{ kgf}$$

Cortante Resistente por el Nervio

$$\phi := 0.85$$

$$Vc := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b_{\text{nervio}} \cdot d = 1436.24 \text{ kgf}$$

El Cortante Resistente por el Nervio fue mayor a todos los cortantes generados en la losa, por lo tanto no es necesario es refuerzo a corte



CÁLCULO DE FUNDACIONES

Fundación tipo 1. Carga de Servicio hasta 20 toneladas

DATOS

$$Cv := 2992.96 \text{ kgf}$$

Pedestal 45cm x 45cm

$$Cp := 14725.72 \text{ kgf}$$

$$B_{\text{pedestal}} := 0.45 \text{ m}$$

$$f'c := 250 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 0.25 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$$

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

$$\sigma_{adm} := 1.25 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 12.5 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Mayoración de Cargas Iniciales para obtener Carga de Servicio

$$P := 1.1 \cdot Cp + Cv = 19191.252 \text{ kgf}$$

Se calculó el Área de la Zapata

$$Area := \frac{P}{\sigma_{adm}} = 15353.002 \text{ cm}^2$$

$$Lado := \sqrt{Area} = 123.907 \text{ cm}$$

$$B_{zapata} := 140 \text{ cm}$$

$$Area_{Zapata} := B_{zapata}^2 = 1.96 \text{ m}^2$$

Carga última de Diseño

$$Pu := 1.2 \cdot Cv + 1.6 \cdot Cp = 27152.704 \text{ kgf}$$

Cálculo del Esfuerzo Actuante Mayorado

$$\sigma_u := \frac{Pu}{Area_{Zapata}} = 13.853 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Chequeo por Deflexión.

$$n := \frac{(B_{zapata} - B_{pedestal})}{2} = 0.475 \text{ m}$$

Momento Último

$$Mu := \frac{(\sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot n^2)}{2} = 2.188 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

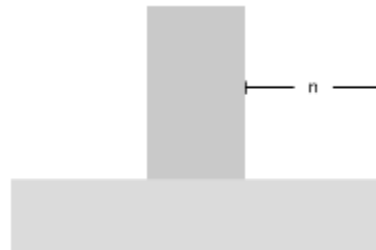
$$Mu = 218797.459 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Altura Útil por Flexión de la Zapata

$$\mu := 0.1448$$

$$d := \sqrt{\left(\frac{Mu}{\mu \cdot f'c \cdot B_{zapata}} \right)} = 6.571 \text{ cm}$$

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



Mínimo 30cm según norma
Recubrimiento mínimo 7.5cm
Se debe incluir el diámetro de la barra / 2

$$df := h - (7.5 \text{ cm} + 1 \text{ cm}) = 21.5 \text{ cm}$$

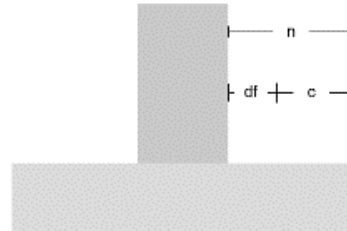
Chequeo por corte

Se evalúa a una distancia d de la cara del pedestal

$$C := n - df = 26 \text{ cm}$$

Corte producido por la zapata

$$Vu_{\text{corte}} := \sigma_u \cdot B_{\text{zapata}} \cdot C = 5.043 \text{ tonnef}$$



Corte último resistido por el concreto en la zapata

$$\phi := 0.75$$

$$Vu_{\text{concreto}_{\text{corte}}} := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot B_{\text{zapata}} \cdot df = 18.918 \text{ tonnef}$$

if ($Vu_{\text{corte}} < Vu_{\text{concreto}_{\text{corte}}}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El corte que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Chequeo por Punzonado

Perímetro de Punzonado

$$bo := 4 \cdot (B_{\text{pedestal}} + df) = 266 \text{ cm}$$

Punzonado Último

$$Vu_{\text{punzonado}} := Pu - (\sigma_u \cdot (B_{\text{pedestal}} + d)^2) = 23.468 \text{ tonnef}$$

Punzonado Máximo Resistido por el Concreto de la Zapata

$$\phi := 0.75$$

$$Vu_{\text{concreto}_{\text{punzonado}}} := \phi \cdot 1.06 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot bo \cdot df = 71.888 \text{ tonnef}$$

if ($Vu_{\text{punzonado}} < Vu_{\text{concreto}_{\text{punzonado}}}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El punzonado que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Diseño del Acero de la Zapata

$$\phi := 0.85 \quad \gamma_u := 0.95$$

$$A_s := \frac{M_u}{\phi \cdot \gamma_u \cdot f_y \cdot d_f} = 3.001 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo por retracción y temperatura según norma

$$A_{smin} := 0.0018 \cdot B_{zapata} \cdot h = 7.56 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo por retracción y temperatura según norma es mayor que el requerido a flexión, por lo tanto manda el mayor acero calculado

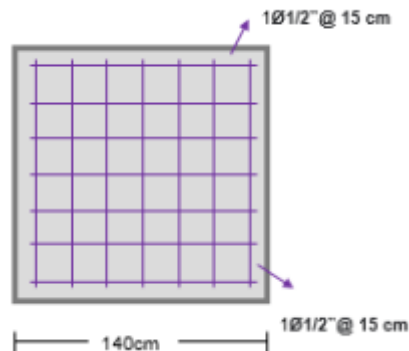
Se utilizó barras de 1/2" $Areabarra := 1.27 \text{ cm}^2$

$$NroBarras := \frac{A_{smin}}{Areabarra} = 5.953$$

$$SeparacionBarras := \frac{B_{zapata}}{NroBarras} = 23.519 \text{ cm}$$

Recomendado utilizar una separación máxima de 15cm

Por lo tanto el Acero en la Zapata: 1Ø1/2" @ 15cm en ambos sentidos



Fundación tipo 2. Carga de Servicio hasta 15 toneladas

DATOS

$$C_v := 2301.44 \text{ kgf}$$

Pedestal 45cm x 45cm

$$C_p := 12850.73 \text{ kgf}$$

$$B_{pedestal} := 0.45 \text{ m}$$

$$f'_c := 250 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 0.25 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$$

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

$$\sigma_{adm} := 1.25 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 12.5 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Mayoración de Cargas Iniciales para obtener Carga de Servicio

$$P := 1.1 \cdot C_p + C_v = 16437.243 \text{ kgf}$$

Se calculó el Área de la Zapata

$$Area := \frac{P}{\sigma_{adm}} = 13149.794 \text{ cm}^2$$

$$Lado := \sqrt{Area} = 114.673 \text{ cm}$$

$$B_{zapata} := 130 \text{ cm}$$

$$Area_{Zapata} := B_{zapata}^2 = 1.69 \text{ m}^2$$

Carga última de Diseño

$$P_u := 1.2 \cdot C_v + 1.6 \cdot C_p = 23322.896 \text{ kgf}$$

Cálculo del Esfuerzo Actuante Mayorado

$$\sigma_u := \frac{P_u}{Area_{Zapata}} = 13.801 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

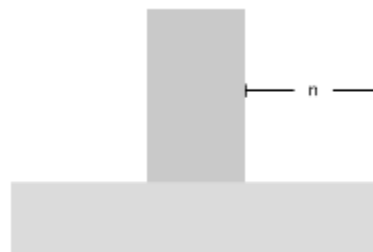
Chequeo por Deflexión

$$n := \frac{(B_{zapata} - B_{pedestal})}{2} = 0.425 \text{ m}$$

Momento Último

$$M_u := \frac{(\sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot n^2)}{2} = 1.62 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_u = 162026.85 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$



Altura Útil por Flexión de la Zapata

$$\mu := 0.1448$$

$$d := \sqrt[2]{\left(\frac{Mu}{\mu \cdot f'c \cdot B_{zapata}}\right)} = 5.868 \text{ cm}$$

Mínimo 30cm según norma
Recubrimiento mínimo 7.5cm
Se debe incluir el diámetro de la barra / 2

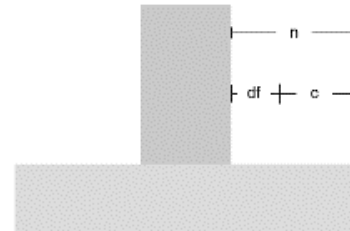
$$h := 30 \text{ cm}$$

$$df := h - (7.5 \text{ cm} + 1 \text{ cm}) = 21.5 \text{ cm}$$

Chequeo por corte

Se evalúa a una distancia d de la cara del pedestal

$$C := n - df = 21 \text{ cm}$$



Corte producido por la zapata

$$Vu_{corte} := \sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot C = 3.768 \text{ tonnef}$$

Corte último resistido por el concreto en la zapata

$$\phi := 0.75$$

$$Vu_{concreto\ corte} := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt[2]{f'c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} \cdot B_{zapata} \cdot df = 17.567 \text{ tonnef}$$

if ($Vu_{corte} < Vu_{concreto\ corte}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El corte que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Chequeo por Punzonado

$$bo := 4 \cdot (B_{pedestal} + df) = 266 \text{ cm}$$

Perímetro de Punzonado

Punzonado Último

$$Vu_{punzonado} := Pu - (\sigma_u \cdot (B_{pedestal} + d)^2) = 19.752 \text{ tonnef}$$

Punzonado Máximo Resistido por el Concreto de la Zapata

$$\phi := 0.75$$

$$Vu_{concreto_{punzonado}} := \phi \cdot 1.06 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} \cdot b_o \cdot d_f = 71.888 \text{ tonnef}$$

if ($Vu_{punzonado} < Vu_{concreto_{punzonado}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El punzonado que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Diseño del Acero de la Zapata

$$\phi := 0.85$$

$$j_u := 0.95$$

$$As := \frac{Mu}{\phi \cdot j_u \cdot f_y \cdot d_f} = 2.222 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo por retracción y temperatura según norma

$$As_{min} := 0.0018 \cdot B_{zapata} \cdot h = 7.02 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo por retracción y temperatura según norma es mayor que el requerido a flexión, por lo tanto manda el mayor acero calculado

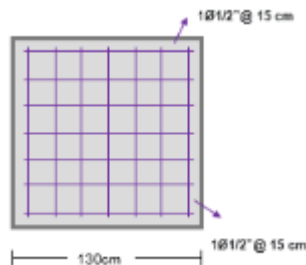
Se utilizaron barras de 1/2" $Areabarra := 1.27 \text{ cm}^2$

$$NroBarras := \frac{As_{min}}{Areabarra} = 5.528$$

$$SeparacionBarras := \frac{B_{zapata}}{NroBarras} = 23.519 \text{ cm}$$

Recomendado utilizar una separación máxima de 15cm

Por lo tanto el Acero en la Zapata: 1 ϕ 1/2" @ 15cm en ambos sentidos



Fundación tipo 2'. Carga de Servicio hasta 15 toneladas

DATOS

$$C_v := 2301.44 \text{ kgf}$$

$$C_p := 12850.75 \text{ kgf}$$

Pedestal 55cm x 55cm

$$B_{pedestal} := 0.55 \text{ m}$$

$$f'_c := 250 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 0.25 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$$

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

$$\sigma_{adm} := 1.25 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 12.5 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Mayoración de Cargas Iniciales para obtener Carga de Servicio

$$\bar{P} := 1.1 \cdot C_p + C_v = 16437.265 \text{ kgf}$$

Se calculó el Área de la Zapata

$$Area := \frac{\bar{P}}{\sigma_{adm}} = 13149.812 \text{ cm}^2$$

$$Lado := \sqrt{Area} = 114.673 \text{ cm}$$

$$B_{zapata} := 130 \text{ cm}$$

$$Area_{Zapata} := B_{zapata}^2 = 1.69 \text{ m}^2$$

Carga última de Diseño

$$P_u := 1.2 \cdot C_v + 1.6 \cdot C_p = 23322.928 \text{ kgf}$$

Cálculo del Esfuerzo Actante Mayorado

$$\sigma_u := \frac{P_u}{Area_{Zapata}} = 13.801 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

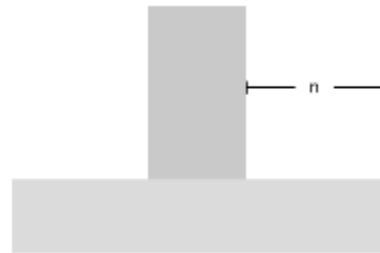
Chequeo por Deflexión.

$$n := \frac{(B_{zapata} - B_{pedestal})}{2} = 0.375 \text{ m}$$

Momento Último

$$M_u := \frac{(\sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot n^2)}{2} = 1.261 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_u = 126145.644 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$



Altura Útil por Flexión de la Zapata

$$\mu := 0.1448$$

$$d := \sqrt[2]{\left(\frac{Mu}{\mu \cdot f'c \cdot Bzapata}\right)} = 5.177 \text{ cm}$$

Mínimo 30cm según norma
Recubrimiento mínimo 7.5cm
Se debe incluir el diámetro de la barra / 2

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

$$df := h - (7.5 \text{ cm} + 1 \text{ cm}) = 21.5 \text{ cm}$$

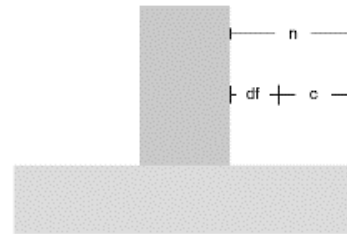
Chequeo por corte

Se evalúa a una distancia d de la cara del pedestal

$$C := n - df = 16 \text{ cm}$$

Corte producido por la zapata

$$Vu_{corte} := \sigma u \cdot Bzapata \cdot C = 2.871 \text{ tonnef}$$



Corte último resistido por el concreto en la zapata

$$\phi := 0.75$$

$$Vu_{concreto\ corte} := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} \cdot Bzapata \cdot df = 17.567 \text{ tonnef}$$

if ($Vu_{corte} < Vu_{concreto\ corte}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El corte que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Chequeo por Punzonado

Perímetro de Punzonado

$$bo := 4 \cdot (Bpedestal + df) = 306 \text{ cm}$$

Punzonado Último

$$Vu_{punzonado} := Pu - (\sigma u \cdot (Bpedestal + d)^2) = 18.325 \text{ tonnef}$$

Punzonado Máximo Resistido por el Concreto de la Zapata

$$\phi := 0.75$$

$$Vu_{concreto\ punzonado} := \phi \cdot 1.06 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot b_o \cdot d_f = 82.698 \text{ tonnef}$$

if ($Vu_{punzonado} < Vu_{concreto\ punzonado}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El punzonado que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Diseño del Acero de la Zapata

$$\phi := 0.85 \quad \gamma_u := 0.95$$

$$As := \frac{Mu}{\phi \cdot \gamma_u \cdot f_y \cdot d_f} = 1.73 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo por retracción y temperatura según norma

$$As_{min} := 0.0018 \cdot B_{zapata} \cdot h = 7.02 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo por retracción y temperatura según norma es mayor que el requerido a flexión, por lo tanto manda el mayor acero calculado

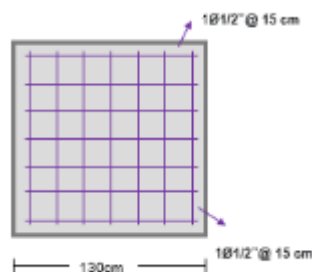
Se utilizaron barras de 1/2" $Areabarra := 1.27 \text{ cm}^2$

$$NroBarras := \frac{As_{min}}{Areabarra} = 5.528$$

$$SeparacionBarras := \frac{B_{zapata}}{NroBarras} = 23.519 \text{ cm}$$

Recomendado utilizar una separación máxima de 15cm

Por lo tanto el Acero en la Zapata: 1 ϕ 1/2" @ 15cm en ambos sentidos



Fundación tipo 3. Carga de Servicio hasta 10 toneladas

DATOS

$$C_v := 1210.92 \text{ kgf} \quad \text{Pedestal } 45\text{cm} \times 45\text{cm}$$

$$C_p := 8563.46 \text{ kgf} \quad B_{\text{pedestal}} := 0.45 \text{ m}$$

$$f'_c := 250 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 0.25 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$$

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

$$\sigma_{adm} := 1.25 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 12.5 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$P := 1.1 \cdot C_p + C_v = 10630.726 \text{ kgf}$$

Se calculó el Área de la Zapata

$$\text{Area} := \frac{P}{\sigma_{adm}} = 8504.581 \text{ cm}^2$$

$$\text{Lado} := \sqrt{\text{Area}} = 92.22 \text{ cm}$$

$$B_{\text{zapata}} := 100 \text{ cm}$$

$$\text{AreaZapata} := B_{\text{zapata}}^2 = 1 \text{ m}^2$$

Carga última de Diseño

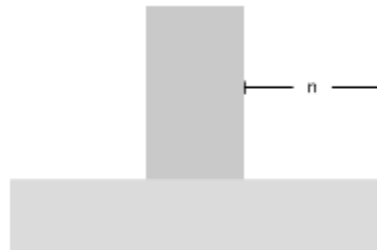
$$P_u := 1.2 \cdot C_v + 1.6 \cdot C_p = 15154.64 \text{ kgf}$$

Cálculo del Esfuerzo Actante Mayorado

$$\sigma_u := \frac{P_u}{\text{AreaZapata}} = 15.155 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Chequeo por Deflexión.

$$n := \frac{(B_{\text{zapata}} - B_{\text{pedestal}})}{2} = 0.275 \text{ m}$$



Momento Último

$$Mu := \frac{(\sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot n^2)}{2} = 0.573 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Mu = 57303.483 \text{ kgf} \cdot cm$$

Altura Útil por Flexión de la Zapata

$$\mu := 0.1448$$

$$d := \sqrt[2]{\left(\frac{Mu}{\mu \cdot f'c \cdot B_{zapata}}\right)} = 3.979 \text{ cm}$$

Mínimo 30cm según norma
Recubrimiento mínimo 7.5cm
Se debe incluir el diámetro de la barra / 2

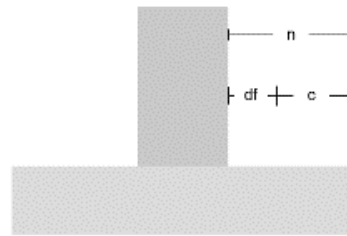
$$h := 30 \text{ cm}$$

$$df := h - (7.5 \text{ cm} + 1 \text{ cm}) = 21.5 \text{ cm}$$

Chequeo por corte

Se evalúa a una distancia d de la cara del pedestal

$$C := n - df = 6 \text{ cm}$$



Corte producido por la zapata

$$Vu_{corte} := \sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot C = 0.909 \text{ tonnef}$$

Corte último resistido por el concreto en la zapata

$$\phi := 0.75$$

$$Vu_{concreto_{corte}} := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt[2]{f'c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} \cdot B_{zapata} \cdot df = 13.513 \text{ tonnef}$$

if ($Vu_{corte} < Vu_{concreto_{corte}}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El corte que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Chequeo por Punzonado

Perímetro de Punzonado

$$b_o := 4 \cdot (B_{pedestal} + df) = 266 \text{ cm}$$

Punzonado Último

$$V_{u_{punzonado}} := P_u - (\sigma_u \cdot (B_{pedestal} + d)^2) = 11.519 \text{ tonnef}$$

Punzonado Máximo Resistido por el Concreto de la Zapata

$$\phi := 0.75$$

$$V_{u_{concreto_{punzonado}}} := \phi \cdot 1.06 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_o \cdot df = 71.888 \text{ tonnef}$$

if ($V_{u_{punzonado}} < V_{u_{concreto_{punzonado}}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El punzonado que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Diseño del Acero de la Zapata

$$\phi := 0.85$$

$$j_u := 0.95$$

$$A_s := \frac{M_u}{\phi \cdot j_u \cdot f_y \cdot df} = 0.786 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo por retracción y temperatura según norma

$$A_{s_{min}} := 0.0018 \cdot B_{zapata} \cdot h = 5.4 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo por retracción y temperatura según norma es mayor que el requerido a flexión, por lo tanto manda el mayor acero calculado

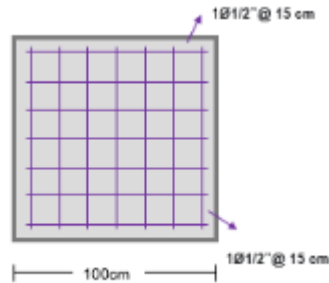
Se utilizaron barras de 1/2" $A_{reabarra} := 1.27 \text{ cm}^2$

$$NroBarras := \frac{A_{s_{min}}}{A_{reabarra}} = 4.252$$

$$SeparacionBarras := \frac{B_{zapata}}{NroBarras} = 23.519 \text{ cm}$$

Recomendado utilizar una separación máxima de 15cm

Por lo tanto el Acero en la Zapata: 1 ϕ 1/2" @ 15cm en ambos sentidos

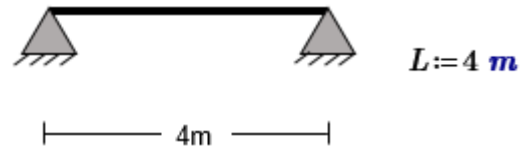


CÁLCULO DE VIGAS DE RIOSTRA

Se utilizaron la mayor carga entre las fundaciones $P_{umax} := 27152.7 \text{ kgf}$

TIPO 1

Predimensionado de la Viga



Altura

$$\bar{H} := \frac{L}{12} = 0.333 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$\bar{H} := \frac{L}{10} = 0.4 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$

Base

$$\bar{B} := \frac{L}{24} = 0.167 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$\bar{B} := \frac{L}{20} = 0.2 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$

Se diseñó la VR de 20cmX40cm

$$AcVR := 20 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} = 800 \text{ cm}^2$$

Cálculo de Aceros

$$\text{Se debe cumplir que: } \phi \cdot As \cdot fy > 0.15 \cdot Pu \quad \phi := 0.7$$

$$0.15 \cdot P_{umax} = 4.073 \text{ tonnef}$$

$$As := \frac{3.727 \text{ tonnef}}{\phi \cdot fy} = 1.268 \text{ cm}^2$$

$$0.01 AcVR = 8 \text{ cm}^2$$

if ($As < 0.01 AcVR$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

$$\frac{0.15 \cdot AcVR \cdot f'c}{fy} = 7.143 \text{ cm}^2$$

if $\left(A_s < \frac{0.15 \cdot AcVR \cdot f'c}{fy}, \text{"Se debe aumentar el acero"}, \text{"NO Se debe aumentar el acero"} \right) = \text{"Se debe aumentar el acero"}$

Se utilizaron 8 ϕ 1/2" cuya área es 10.16 cm^2

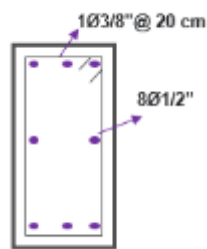
Se utilizaron estribos de 3/8"
Separación de los Estribos

$$db := 1.9 \text{ cm}$$

$$s \leq 12 \cdot db$$

$$12 \cdot db = 22.8 \text{ cm}$$

Estribos 1 ϕ 3/8" @ 20cm



TIPO 2

Predimensionado de la Viga



$$L := 3.5 \text{ m}$$

Altura

$$| \text{-----} 3.5\text{m} \text{-----} |$$

$$\bar{H} := \frac{L}{12} = 0.292 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$\bar{H} := \frac{L}{10} = 0.35 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$

Base

$$\bar{B} := \frac{L}{24} = 0.146 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$\bar{B} := \frac{L}{20} = 0.175 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$

Se diseñó la VR de 20cmX35cm

$$AcVR := 20 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm} = 700 \text{ cm}^2$$

Cálculo de Aceros

Se debe cumplir que: $\phi \cdot A_s \cdot fy > 0.15 \cdot Pu$ $\phi := 0.7$

$$0.15 \cdot P_{umax} = 4.073 \text{ tonnef}$$

$$A_s := \frac{3.727 \text{ tonnef}}{\phi \cdot f_y} = 1.268 \text{ cm}^2$$

$$0.01 A_c V R = 7 \text{ cm}^2$$

if ($A_s < 0.01 A_c V R$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

$$\frac{0.15 \cdot A_c V R \cdot f'_c}{f_y} = 6.25 \text{ cm}^2$$

if ($A_s < \frac{0.15 \cdot A_c V R \cdot f'_c}{f_y}$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

Se utilizó 6 ϕ 1/2" cuya área es 7.62 cm^2

Se utilizó estribos de 3/8"

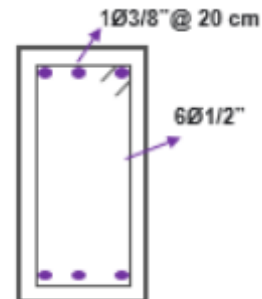
$$d_b := 1.9 \text{ cm}$$

Separación de los Estribos

$$s \leq 12 \cdot d_b$$

$$12 \cdot d_b = 22.8 \text{ cm}$$

Estribos 1 ϕ 3/8" @ 20cm



TIPO 3

Predimensionado de la Viga

Altura

$$\bar{H} := \frac{L}{12} = 0.25 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$\bar{H} := \frac{L}{10} = 0.3 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$

Base

$$\bar{B} := \frac{L}{24} = 0.125 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$\bar{B} := \frac{L}{20} = 0.15 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$



3m

$$L := 3 \text{ m}$$

Se diseñaron la VR de 15cmX30cm

$$A_c V R := 15 \text{ cm} \cdot 30 \text{ cm} = 450 \text{ cm}^2$$

Cálculo de Aceros

Se debe cumplir que: $\phi \cdot A_s \cdot f_y > 0.15 \cdot P_u$ $\phi := 0.7$

$$0.15 \cdot P_{u\max} = 4.073 \text{ tonnef}$$

$$A_s := \frac{3.727 \text{ tonnef}}{\phi \cdot f_y} = 1.268 \text{ cm}^2$$

$$0.01 A_c V_R = 4.5 \text{ cm}^2$$

if ($A_s < 0.01 A_c V_R$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

$$\frac{0.15 \cdot A_c V_R \cdot f'_c}{f_y} = 4.018 \text{ cm}^2$$

if ($A_s < \frac{0.15 \cdot A_c V_R \cdot f'_c}{f_y}$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

Se utilizaron 4 ϕ 1/2" cuya área es 5.08 cm^2

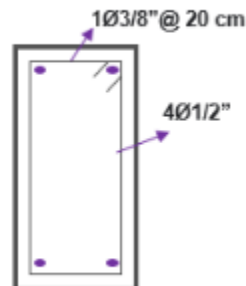
Se utilizaron estribos de 3/8" $db := 1.9 \text{ cm}$

Separación de los Estribos

$$s \leq 12 \cdot db$$

$$12 \cdot db = 22.8 \text{ cm}$$

Estribos 1 ϕ 3/8" @ 20cm



APÉNDICE B: MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL. MODELO MIXTO

ESTRUCTURA MIXTA

PREDIMENSIONADO

Análisis de Cargas

$$Fy := 3515 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Carga Viva} \\ CVt := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CVe := 175 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Sobrecarga permanente

$$SCPt := 54 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$SCPe := 190 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Peso Losa (Encofrado Colaborante) con 10cm de concreto

$$Plosa := 179 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

SIGALDECK 734 1,5"

Volumen y peso de concreto sobre el encofrado colaborante Sigaldeck		
Altura L, cm	Volumen, m ³ m ²	Peso, kg/m ²
9	0,0547	155
10	0,0747	179
11	0,0847	203
12	0,0947	227
13	0,1047	251
14	0,1147	275
15	0,1247	299

SIGALDECK 734 1,5"
CALIBRE 24 (0,60 mm)

CARGAS ADMISIBLES EN kg/m², COMO SECCIÓN MIXTA ACERO-CONCRETO

DISTANCIA ENTRE APOYOS	CONDICIONES DE APOYO: TRAMO SIMPLE Y DOBLE							
	ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO "h" (cm)							
	10	11	12	13	14	15	16	
1,00	1,340	1,469	1,583	1,717	1,800	2,007	2,226	
1,25	1,183	1,327	1,410	1,532	1,601	1,829	1,977	
1,50	1,056	1,148	1,249	1,356	1,468	1,639	1,750	
1,75	890	944	1,000	1,115	1,212	1,317	1,432	
2,00	726	682	741	806	861	961	1,028	
2,25	526	574	624	678	743	808	873	
2,50	418	455	494	537	586	640	691	
2,75	340	369	401	436	470	519	561	
3,00	290	325	363	394	420	456	492	
3,25	265	285	313	342	372	404	436	
3,50	224	243	264	287	314	342	367	
3,75	191	207	225	245	267	289	312	
4,00	172	187	204	221	241	261	282	

Peso Malla 10X10

$$Pmalla := 1.9 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Diámetro mm	Tipo Alambre	Características del alambre				
		Separación en cada dirección (cm)	Ancho m	Largo m	Área m ²	Peso Kgf
3,43	Estrado	15 X 15	2,50	40,0	100	100
4,00	Estrado	15 X 15	2,65	22,5	60	80
4,00	Estrado	10 X 10	2,65	22,5	60	119
4,00	Estrado	15 X 15	2,65	37,7	100	133
4,00	Estrado	10 X 10	2,65	37,7	100	190
4,00	Estrado	15 X 15	2,65	45,0	120	160
4,00	Estrado	10 X 10	2,65	45,0	120	238

Peso Losa (Encofrado Colaborante) con 10cm de concreto

$$PP := Plosa + Pmalla = 180.9 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Carga Permanente

$$CPt := SCPt + PP = 234.9 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CPe := SCPe + PP = 370.9 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

CARGA MAYORADA

$$W_{Ut} := 1.2 \cdot CPt + 1.6 \cdot CVt = 441.88 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{Ue} := 1.2 \cdot CPe + 1.6 \cdot CVe = 725.08 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN Diseño y Cálculo de las correas

CORREAS DE TECHO

$$l_{\text{correa}} := 4 \text{ m}$$

Carga por ancho tributario de cada correa

CARGA DE CORREA

$$Q_{\text{correat}} := W_{Ut} \cdot 1 \text{ m} = 441.88 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

MOMENTO ÚLTIMO DE CORREA

$$Mut := \frac{Q_{\text{correat}} \cdot (l_{\text{correa}})^2}{8} = 883.76 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Plantear SX

$$\phi := 0.9$$

$$S_X \geq \frac{Mu}{\phi \cdot f_y}$$

$$\frac{Mut}{\phi \cdot Fy} = 27.936 \text{ cm}^3$$

Verificando el perfil será Conduen 140x60
 $S_X := 39.18 \text{ cm}^3$

DIMENSIONES Y PROPIEDADES ESTÁTICAS

DIMENSIONES			Sección	Peso	Propiedades Estáticas					
H x B	mm		A		Ix	Sx	rx	Iy	Sy	ry
mm	e	r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
80x40	2.25	3.38	5.02	3.94	40.61	10.15	2.84	13.84	6.92	1.66
100x40	2.25	3.38	5.92	4.65	71.37	14.27	3.47	17.05	8.53	1.70
120x60	2.50	3.75	8.54	6.70	159.29	26.55	4.32	54.67	18.22	2.53
140x60	3.00	4.50	11.33	8.89	274.27	39.18	4.92	73.48	24.49	2.55
160x65	3.40	5.10	14.44	11.34	449.65	56.21	5.58	110.41	33.07	2.77
180x65	4.00	6.00	18.41	14.45	697.99	77.55	6.16	140.88	43.35	2.77
200x70	4.30	6.45	21.85	17.15	1.016.19	101.82	6.82	194.94	55.70	2.99
220x90	4.50	6.75	26.39	20.72	1.561.83	141.98	7.69	388.34	86.30	3.84
260x90	5.50	8.25	38.25	28.46	2.844.82	218.83	8.86	536.10	119.13	3.85
300x100	5.50	8.25	41.75	32.77	4.366.42	291.09	10.23	777.00	155.40	4.31
300x100	7.00	10.50	52.36	41.10	5.380.46	357.36	10.12	943.61	188.72	4.25
320x120	7.00	10.50	57.96	45.50	7.032.23	439.51	11.02	1.512.24	252.04	5.11
320x120	9.00	13.50	73.18	57.45	8.654.16	540.89	10.87	1.841.31	306.88	5.02
350x170	9.00	13.50	87.58	68.75	13.546.10	774.06	12.44	4.418.30	519.80	7.10

Diseño y Cálculo de las correas

CORREAS DE ENTREPISO

$$l_{\text{correa}} := 4 \text{ m}$$

Carga por ancho tributario de cada correa

CARGA DE CORREA

$$Q_{\text{correae}} := W_{Ue} \cdot 1 \text{ m} = 725.08 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

MOMENTO ÚLTIMO DE CORREA

$$M_{ue} := \frac{Q_{\text{correae}} \cdot (l_{\text{correa}})^2}{8} = 1450.16 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Plantear SX

$$\phi := 0.9$$

$$S_x \geq \frac{M_u}{\phi \cdot f_y}$$

$$\frac{M_{ue}}{\phi \cdot F_y} = 45.84 \text{ cm}^3$$

Verificando el perfil será Conduven 160x65

$$S_x := 56.21 \text{ cm}^3$$

DIMENSIONES Y PROPIEDADES ESTATICAS

DIMENSIONES			Sección	Peso	Propiedades Estáticas					
H x B	mm				A	Ix	Sx	rx	Iy	Sy
mm	e	r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
80x40	2,25	3,38	5,02	3,94	40,61	10,15	2,84	13,84	6,92	1,66
100x40	2,25	3,38	5,92	4,65	71,37	14,27	3,47	17,05	8,53	1,70
120x60	2,50	3,75	8,54	6,70	159,29	26,55	4,32	54,67	18,22	2,53
140x60	3,00	4,50	11,33	8,89	274,27	39,18	4,92	73,46	24,49	2,55
160x65	3,40	5,10	14,44	11,34	449,65	56,21	5,58	110,41	33,97	2,77
180x65	4,00	6,00	18,41	14,45	697,99	77,55	6,16	140,88	43,35	2,77
200x70	4,30	6,45	21,85	17,15	1.016,19	101,62	6,82	194,94	55,70	2,99
220x90	4,50	6,75	26,39	20,72	1.561,83	141,98	7,89	368,34	86,30	3,64
260x90	5,50	8,25	36,25	28,46	2.844,82	218,83	8,86	536,10	119,13	3,85
300x100	5,50	8,25	41,75	32,77	4.366,42	291,09	10,23	777,00	155,40	4,31
300x100	7,00	10,50	52,36	41,10	5.360,46	357,36	10,12	943,61	188,72	4,25
320x120	7,00	10,50	57,96	45,50	7.032,23	439,51	11,02	1.512,24	252,04	5,11
320x120	9,00	13,50	73,18	57,45	8.854,16	540,89	10,87	1.841,31	308,88	5,02
350x170	9,00	13,50	87,58	68,75	13.546,10	774,06	12,44	4.418,30	519,80	7,10

Diseño y Cálculo de las Vigas

VIGAS DE TECHO

$$l_{\text{correa}} := 4 \text{ m}$$

$$l_{\text{viga}} := 4 \text{ m}$$

Carga por ancho tributario de cada viga

$$Q_{\text{correae}} := W_{Ut} \cdot l_{\text{correa}} = 1767.52 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

MOMENTO ÚLTIMO DE VIGA

$$M_{uv} := \frac{Q_{correa} \cdot (l_{viga})^2}{8} = 3535.04 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Plantear SX

$$\phi := 0.9 \quad S_X \geq \frac{M_u}{\phi \cdot f_y}$$

$$\frac{M_{uv}}{\phi \cdot F_y} = 111.745 \text{ cm}^3$$

Verificando el perfil será Conduven 220x90

$$S_X := 141.98 \text{ cm}^3$$

DIMENSIONES Y PROPIEDADES ESTÁTICAS

DIMENSIONES			Sección	Peso	Propiedades Estáticas					
H x B	mm				A	Ix	Sx	rx	Iy	Sy
mm	e	r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
80x40	2,25	3,38	5,02	3,94	40,61	10,15	2,84	13,84	6,92	1,66
100x40	2,25	3,38	5,92	4,65	71,37	14,27	3,47	17,05	8,53	1,70
120x60	2,50	3,75	8,54	6,70	159,29	26,55	4,32	54,67	18,22	2,53
140x60	3,00	4,50	11,33	8,89	274,27	39,18	4,92	73,46	24,49	2,55
160x65	3,40	5,10	14,44	11,34	449,65	56,21	5,58	110,41	33,97	2,77
180x65	4,00	6,00	18,41	14,45	697,99	77,55	6,16	140,88	43,35	2,77
200x70	4,30	6,45	21,85	17,15	1.016,19	101,82	6,82	194,94	55,70	2,99
220x90	4,50	6,75	26,39	20,72	1.561,83	141,98	7,69	388,34	86,30	3,84
260x90	5,50	8,25	36,25	28,46	2.844,82	218,83	8,86	536,10	119,13	3,85
300x100	5,50	8,25	41,75	32,77	4.366,42	291,09	10,23	777,00	155,40	4,31
300x100	7,00	10,50	52,36	41,10	5.360,46	357,36	10,12	943,61	188,72	4,25
320x120	7,00	10,50	57,96	45,50	7.032,23	439,51	11,02	1.512,24	252,04	5,11
320x120	9,00	13,50	73,18	57,45	8.654,16	540,89	10,87	1.841,31	306,88	5,02
350x170	9,00	13,50	87,58	68,75	13.546,10	774,06	12,44	4.418,30	519,80	7,10

VIGAS DE ENTREPISO

$$l_{correa} := 4 \text{ m} \quad l_{viga} := 4 \text{ m}$$

Carga por ancho tributario de cada Viga

$$Q_{correa} := W_{Ue} \cdot l_{correa} = 2900.32 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

MOMENTO ÚLTIMO DE VIGA

$$M_{uv} := \frac{Q_{correa} \cdot (l_{viga})^2}{8} = 5800.64 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Plantear SX

$$\phi := 0.9 \quad S_X \geq \frac{M_u}{\phi \cdot f_y}$$

$$\frac{M_{uv}}{\phi \cdot F_y} = 183.361 \text{ cm}^3$$

Verificando el perfil será Conduven 260x90

$$S_X := 218.83 \text{ cm}^3$$

DIMENSIONES Y PROPIEDADES ESTATICAS

DIMENSIONES			Sección A cm ²	Peso kg/m	Propiedades Estáticas					
H x B mm	mm				Ix cm ⁴	Sx cm ³	rx cm	Iy cm ⁴	Sy cm ³	ry cm
	e	r								
80x40	2,25	3,38	5,02	3,94	40,61	10,15	2,84	13,84	6,92	1,66
100x40	2,25	3,38	5,92	4,65	71,37	14,27	3,47	17,05	8,53	1,70
120x60	2,50	3,75	8,54	6,70	159,29	26,55	4,32	54,67	18,22	2,53
140x60	3,00	4,50	11,33	8,89	274,27	39,18	4,92	73,46	24,49	2,55
160x65	3,40	5,10	14,44	11,34	449,65	56,21	5,58	110,41	33,97	2,77
180x65	4,00	6,00	18,41	14,45	697,99	77,55	6,16	140,88	43,35	2,77
200x70	4,30	6,45	21,85	17,15	1.016,19	101,82	6,82	194,94	55,70	2,99
220x90	4,50	6,75	26,39	20,72	1.561,83	141,98	7,69	388,34	86,30	3,84
260x90	5,50	8,25	36,25	28,46	2.844,82	218,83	8,86	536,10	119,13	3,85
300x100	5,50	8,25	41,75	32,77	4.366,42	291,09	10,23	777,00	155,40	4,31
300x100	7,00	10,50	52,36	41,10	5.360,46	357,36	10,12	943,61	188,72	4,25
320x120	7,00	10,50	57,96	45,50	7.032,23	439,51	11,02	1.512,24	252,04	5,11
320x120	9,00	13,50	73,18	57,45	8.654,16	540,89	10,87	1.841,31	306,88	5,02
350x170	9,00	13,50	87,58	68,75	13.546,10	774,06	12,44	4.418,30	519,80	7,10

Diseño y Cálculo de las Columnas

Se diseñara con la mayor área tributaria entre todas las columnas

$$At := 16.5 \text{ m}^2$$

$$P := (W_{Ut} + W_{Ue}) \cdot At = 19254.84 \text{ kgf}$$

$$\sigma_{max} := \frac{P}{A_{req}} \quad \sigma_{max} := 0.45 \cdot F_y = 1581.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$A_{req} := \frac{P}{\sigma_{max}} = 12.173 \text{ cm}^2$$

Verificando el perfil será Conduven
110x110

DIMENSIONES Y PROPIEDADES ESTATICAS

DIMENSIONES			Sección A cm ²	Peso kg/m	Propiedades Estáticas		
H x B mm	mm				I cm ⁴	S cm ³	r cm
	e	r					
60X60	2,25	3,38	5,02	3,94	27,40	9,13	2,34
70X70	2,25	3,38	5,92	4,65	44,60	12,74	2,74
90X90	2,50	3,75	8,54	6,70	107,46	23,88	3,55
100X100	3,00	4,50	11,33	8,89	175,10	35,02	3,93
110X110	3,40	5,10	14,10	11,07	263,04	47,82	4,32
120X120	4,00	6,00	18,01	14,14	397,30	66,22	4,70
135X135	4,30	6,45	21,85	17,15	612,27	90,71	5,29
155X155	4,50	6,75	26,39	20,72	982,43	126,77	6,10
175X175	5,50	8,25	36,25	28,46	1.709,23	195,34	6,87
200X200	5,50	8,25	41,75	32,77	2.597,67	259,77	7,89
200X200	7,00	10,50	52,36	41,10	3.194,10	319,41	7,81
220X220	7,00	10,50	57,96	45,50	4.314,30	392,21	8,63
220X220	9,00	13,50	73,18	57,45	5.317,27	483,39	8,52
260X260	9,00	13,50	87,58	68,75	9.038,52	695,27	10,16

ESPECIFICACIONES DE LA EDIFICACIÓN

Uso

Residencial

Perfil Geotécnico

Clase E

Profundidad de la roca

H: 30m

Condición Topográfica

Leve

Ubicación

Valencia, Edo. Carabobo

ACCIÓN SÍSMICA

Tipo de edificación según su uso: "B2"

1) Clasificación según el uso, Sistema estructural y Nivel de diseño

TABLA 4. Factor de Importancia y Periodos Medios de Retorno para el Sismo de Diseño

Grupo de Importancia	Probabilidad de excedencia	PMR (años)	α
A1	2,5% en 50 años	1.975	2,0
A2	5% en 50 años	975	1,5
B1	7% en 50 años	689	1,2
B2	10% en 50 años	475	1,0
C	20% en 50 años	225	0,7

Factor de importancia

$\alpha := 1$

Sistema Estructural

Tipo := "Tipo I-a"

3.5.1 Tipo I

Estructuras de vigas y columnas que ante las acciones sísmicas se deforman principalmente por la flexión de sus elementos, y que cumplan con las relaciones dimensionales establecidas en las normas de diseño para cada Nivel de Diseño. Los miembros están conectados por juntas con la rigidez y resistencia necesarias para garantizar la transferencia de tensiones y deformaciones entre ellos. El Tipo I se divide en los siguientes cuatro subtipos:

3.5.1.1 Subtipo I-a

Estructuras constituidas por pórticos, con vigas y columnas conectadas por juntas, de concreto armado, de acero estructural, mixtos acero-concreto o de madera, que satisfacen los siguientes requerimientos:

a) En el caso de pórticos de concreto armado, no se consideran como vigas o columnas aquellos elementos que no posean refuerzo transversal adecuadamente detallado, en especial en lo referido al confinamiento, tales como nervios de losas o muros en su dirección transversal.

2) Parámetros sísmicos.

Coefficiente sísmico básico (Se obtiene del mapa 4.1, 4.2, 4.3)

$$A_0 := 0.15$$

Coefficiente de aceleración espectral horizontal

$$A_1 := 0.12$$

Periodo de Transición

$$T_L := 3.9$$

3) Caracterización del sitio

TABLA 7. Clase de sitio de los perfiles geotécnicos

CLASE	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA	Vs30 (m/s)
A	Roca cristalina sana muy dura, sin fracturación ni meteorización notable.	> 1500
AB*	Propiedades intermedias entre las clases A y B.	1300 a 1500
B	Roca dura o formación similar (e.g. conglomerados), con eventual fracturación y un máximo de 5 metros de espesor de meteorización con Vs ≥ 350 m/s	850 a 1300
BC*	Propiedades intermedias entre las clases B y C.	650 a 850
C	1) Roca dura con espesor meteorizado superior a 5 metros. 2) Roca blanda (e.g. margas). 3) Arenas o gravas muy densas. 4) Arcillas muy duras.	400 a 650
CD*	Propiedades intermedias entre las clases C y D.	300 a 400
D	1) Arenas o gravas densas u medio-densas. 2) Arcillas duras. 3) Arcillas firmes de menos de 30 metros de espesor.	200 a 300
DE*	Propiedades intermedias entre las clases D y E.	170 a 200
E	1) Arenas sueltas o arenas limosas, con suficiente proporción de finos, no susceptibles de licuación, de acuerdo con 5.5. 2) Arcillas blandas, plásticas (IP > 20) u orgánicas, no incluidas en la Clase F.	120 a 170
F**	Arenas o arenas limosas susceptibles de licuación***, arcillas sensibles, arcillas expansivas, suelos cementados entapables, turbas o arcillas orgánicas de más de 3 metros de espesor, arcillas con índice de plasticidad IP > 75 y más de 7 metros de espesor, arcillas firmes o blandas con más de 30 metros de espesor, rellenos artificiales con o sin pendiente y sitios con Vs30 < 120 m/s.	variable; incluye el caso de Vs30 < 120

Clase de sitio según perfil geotécnico **"E"**

Profundidad del basamento rocoso **H := 30 m**

Condición topográfica: **Leve**

Factores de Sitio

Factores de Condición Topográfica

$$F_A^T := 1$$

$$F_V^T := 1$$

$$F_D^T := 1$$

TABLA 11. Factores de condición topográfica

Condición topográfica (Ver 5.2.2)	F _A ^T	F _V ^T	F _D ^T
Leve	1,00	1,00	1,00
Moderada	1,20	1,10	1,05
Severa	1,40	1,20	1,10

Factores de Profundidad de Basamento rocoso

$$F_A^H := 1$$

$$F_V^H := 1$$

$$F_D^H := 1$$

TABLA 12. Factores de profundidad del basamento rocoso

H (m)	F _A ^H	F _V ^H	F _D ^H
0	1,00	0,98	0,95
10	1,00	1,00	0,98
20	1,00	1,00	1,00
30	1,00	1,00	1,00
100	1,01	1,05	1,09
200	1,02	1,08	1,20
300	1,03	1,10	1,25
500	1,05	1,15	1,40
750	1,07	1,20	1,50
≥ 1.000	1,10	1,25	1,80

Factores de Clase de sitio para periodos cortos, intermedios y largos

Periodos cortos

$$U := \alpha \cdot A_0 = 0.15$$

$$F_A^C := 1.60$$

TABLA 8. Factor de clase de sitio para periodos cortos, F_A^C

αA ₀ *	CLASE DE SITIO								
	A	AB	B	BC	C	CD	D	DE	E
≤ 0.01	0.80	0.85	0.90	1.00	1.30	1.60	1.90	2.40	2.70
0.05	0.80	0.85	0.90	1.00	1.30	1.50	1.75	2.05	2.20
0.1	0.80	0.85	0.90	1.00	1.25	1.45	1.60	1.75	1.85
0.2	0.80	0.85	0.90	1.00	1.25	1.35	1.40	1.35	1.35
0.3	0.80	0.85	0.90	1.00	1.20	1.25	1.25	1.10	1.00
0.4	0.80	0.85	0.90	1.00	1.20	1.20	1.15	0.95	0.85
≥ 0.5	0.80	0.85	0.90	1.00	1.15	1.15	1.00	0.80	0.70

* Para sismo extremo o sismo frecuente, α se sustituirá por α_E o α_F, respectivamente.

Periodos intermedios

$$U := \alpha \cdot A_1 = 0.12$$

$$F_V C := 2.94$$

TABLA 9. Factor de clase de sitio para periodos intermedios, F_V^C

0A *	CLASE DE SITIO								
	A	AB	B	BC	C	CD	D	DE	E
0.01	0.85	0.85	0.90	1.00	1.00	1.80	2.30	3.30	4.30
0.05	0.85	0.85	0.90	1.00	1.40	1.75	2.20	3.00	3.30
0.1	0.85	0.85	0.90	1.00	1.40	1.75	2.10	2.70	3.00
0.2	0.85	0.85	0.90	1.00	1.40	1.70	2.00	2.50	2.70
0.3	0.85	0.85	0.90	1.00	1.40	1.70	1.95	2.30	2.45
0.4	0.85	0.85	0.90	1.00	1.40	1.65	1.90	2.15	2.30
0.5	0.85	0.85	0.90	1.00	1.40	1.65	1.85	2.00	2.15

* Para sismo extremo o sismo frecuente, 0 se sustituirá por 0.1 o 0.2, respectivamente.

Periodos largos

TABLA 10. Factor de clase de sitio para periodos largos, F_D^C

CLASE DE SITIO								
A	AB	B	BC	C	CD	D	DE	E
0.85	0.90	0.95	1.00	1.20	1.40	1.70	2.25	2.65

$$F_D C := 2.65$$

Factores de Sitio Totales

Periodos cortos

$$F_A := F_{AT} \cdot F_{AH} \cdot F_{AC} = 1.6$$

Periodos intermedios

$$F_V := F_{VT} \cdot F_{VH} \cdot F_{VC} = 2.94$$

Periodos largos

$$F_D := F_{DT} \cdot F_{DH} \cdot F_{DC} = 2.65$$

Intensidad sísmica del diseño

$$A_A := F_A \cdot \alpha \cdot A_0 = 0.24$$

$$A_V := F_V \cdot \alpha \cdot A_1 = 0.353$$

Nivel de Diseño

Con el dato de Aa podemos obtener el nivel de diseño

TABLA 2. Niveles de Diseño permitidos

Grupo de Importancia	Intensidad sismica de diseño en el sitio, A_d		
	$A_d \geq 0.20$	$0.10 \leq A_d < 0.20$	$A_d < 0.10$
A1	ND1	ND1	ND0
A2	ND2, ND3	ND0	ND0
B1	ND0, ND3	ND0, ND0	ND0
B2	ND1, ND0, ND0	ND2, ND0	ND2, ND0
C	ND1, ND0, ND0	ND1, ND0, ND0	ND2, ND0

Con apoyo de la tabla 16 podemos confirmar el nivel de diseño

TABLA 16. Limitación en el número de pisos para los Tipos/Subtipos estructurales de acuerdo al Sistema Sísmico-resistente, Material, Intensidad Sísmica (A_d) y Nivel de Diseño (ND1, ND2, ND3)

Tipo Subtipo	Sistema Sísmico-resistente	Material Norma (ver 2.1)	Número máximo de pisos: (SL = sin límite; que no permitido); (ND1 a ND3) = solo para Grupos de Importancia A2 y C)								
			$A_d \geq 0.2$			$0.1 \leq A_d < 0.2$			$A_d < 0.1$		
			ND1	ND2	ND3	ND1	ND2	ND3	ND1	ND2	ND3
I-a	Pórticos de concreto armado (vigas y columnas)	Concreto C1	SL	2	SL	10	ap	SL	SL	10	
	Pórticos de acero estructurado (vigas y columnas)	Acero A	SL	2	SL	10	0	SL	ap	10	
	Pórticos de acero estructurado (vigas y columnas)	Acero C/A	SL	2	SL	10	ap	SL	ap	10	
I-b	Pórticos de concreto armado (vigas y columnas)	Acero C/A	SL	2	SL	10	ap	SL	ap	10	
	Pórticos de acero estructurado (vigas y columnas)	Acero A	SL	2	SL	10	0	SL	ap	10	
	Pórticos de acero estructurado (vigas y columnas)	Acero C/A	SL	2	SL	10	ap	SL	ap	10	
I-c	Pórticos de concreto armado (vigas y columnas) con diafragma rígido	Concreto C1	SL	2	SL	10	ap	SL	ap	10	
	Pórticos de acero estructurado (vigas y columnas) con diafragma rígido	Acero A	SL	2	SL	10	0	SL	ap	10	
	Pórticos de acero estructurado (vigas y columnas) con diafragma rígido	Acero C/A	SL	2	SL	10	ap	SL	ap	10	
II-a	Sistema dual de pórticos y muros con diafragma rígido, pórticos resistentes exclusivamente o de pórticos resistentes, exclusivamente de tipo II-a	Concreto C1	SL	2	SL	10	ap	SL	ap	10	
	Sistema dual de pórticos y muros con diafragma rígido, pórticos resistentes exclusivamente o de pórticos resistentes, exclusivamente de tipo II-a	Acero A	SL	2	SL	10	0	SL	ap	10	
	Sistema dual de pórticos y muros con diafragma rígido, pórticos resistentes exclusivamente o de pórticos resistentes, exclusivamente de tipo II-a	Acero C/A	SL	2	SL	10	ap	SL	ap	10	
II-b	Sistema dual de pórticos y muros con diafragma rígido, pórticos resistentes exclusivamente o de pórticos resistentes, exclusivamente de tipo II-b	Concreto C1	SL	2	SL	10	ap	SL	ap	10	
	Sistema dual de pórticos y muros con diafragma rígido, pórticos resistentes exclusivamente o de pórticos resistentes, exclusivamente de tipo II-b	Acero A	SL	2	SL	10	0	SL	ap	10	
	Sistema dual de pórticos y muros con diafragma rígido, pórticos resistentes exclusivamente o de pórticos resistentes, exclusivamente de tipo II-b	Acero C/A	SL	2	SL	10	ap	SL	ap	10	
III-a	Muros de concreto armado, aislados con diafragma rígido	Concreto C1	SL	ap	SL	ap	ap	SL	ap	ap	
	Pórticos de acero con arriostramientos aislados con diafragma rígido	Acero A	SL	ap	SL	ap	ap	SL	ap	ap	
	Pórticos de acero con arriostramientos aislados con diafragma rígido	Acero C/A	SL	ap	SL	ap	ap	SL	ap	ap	
III-b	Muros de concreto armado, aislados con diafragma rígido	Acero A	SL	ap	SL	ap	ap	SL	ap	ap	
	Pórticos de acero con arriostramientos aislados con diafragma rígido	Acero A	SL	ap	SL	ap	ap	SL	ap	ap	
	Pórticos de acero con arriostramientos aislados con diafragma rígido	Acero C/A	SL	ap	SL	ap	ap	SL	ap	ap	

Podemos observar que de la tabla 16 de la norma 1756-2019 confirmamos la escogencia del nivel de diseño siguiendo que para pórticos en concreto armado con un número de piso mayor a 2 dando

ND3

Escogencia del factor de redundancia según la norma 1756-2019

TABLA 13. Factor de Redundancia ρ

Sistema Estructural*	ρ
Posee al menos tres planos sismorresistentes en la dirección de análisis, cada uno de ellos con al menos tres vanos.	1,0
Posee al menos dos planos sismorresistentes en la dirección de análisis, cada uno de ellos con al menos dos vanos.	1,2
Posee al menos dos planos sismorresistentes en la dirección de análisis, con un sólo vano.	1,5
Posee un sólo plano sismorresistente en la dirección de análisis.	2,0

* No se permite interpolar entre casos intermedios.

$\rho := 1$

Factor de ampliación espectral

7.6 Valores del Amortiguamiento y del Factor de Amplificación Espectral

Los valores del coeficiente de amortiguamiento y del factor de ampliación espectral β son los siguientes:

a) Se usará un valor del coeficiente de amortiguamiento de 5%, excepto cuando se especifique otro valor en esta norma o en otra norma de diseño, o en el caso que estudios especiales justifiquen el uso de un valor distinto. Para este valor de amortiguamiento de 5%, el factor β es igual a 2,4 (fórmula 7.11).

$$\xi := 5\%$$

$$\beta := \max\left(2.4, \frac{A_A}{A_V}\right) = 2.4$$

$$T_D := T_L \cdot \frac{F_D}{F_V} = 3.515$$

$$T_C := \frac{1}{2.4} \cdot \left(\frac{A_V}{A_A}\right) = 0.613$$

$$T_B := 0.25 \cdot T_C = 0.153$$

$$T_A := 0.2 \cdot T_B = 0.031$$

if ($0.02 \leq T_A \leq 0.05$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

Componente Sísmica Vertical

$$C_{SV} := \beta \cdot A_A \cdot \gamma_{max} \cdot \eta_0$$

$$\gamma_{max} := 1.6$$

TABLA 19. Parámetros del espectro de la componente sísmica vertical

Clase De Sitio	Y_0	Y_{max}	Y_{min}	T_{CV} (s)	η_0	η_c
A, AB, B, BC	0,7	1	0,42	0,2	$0,85 + 0,5 \alpha A_0$	$1,45 - 1,5 \alpha A_0$
C, CD	0,8	1,3	0,36	0,3	$0,7 + \alpha A_0$	$1,36 - 1,2 \alpha A_0$
D, DE, E	0,9	1,6	0,3	0,4	$0,55 + 1,5 \alpha A_0$	$1,3 - \alpha A_0$

$$\eta_o := 0.55 + 1.5 \cdot \alpha \cdot A_O = 0.775$$

$$C_{SV} := \beta \cdot A_A \cdot \gamma_{max} \cdot \eta_o = 0.714$$

CP= SCP + PP

$$Sv := C_{SV} \cdot CP$$

Combinación 4 y 5

$$CP := 1.2 + 0.3 \cdot Sv = 1.414$$

Combinación 6 y 7

$$CP := 0.9 - 0.3 \cdot Sv = 0.686$$

Coeficiente de la rama espectral para periodos largos

$$q := 2$$

Factor de Reducción

TABLA 17. Valores del coeficiente q

Clase de Sitio	q
A, AB, B	1,5
BC, C	1,7
CD, D	1,9
DE, E	2,0

TABLA 15. Norma de Diseño, Factor de Reducción (R), Factor de Sobre-resistencia (Ω), y Factor de Amplificación del Desplazamiento (C_d) para los Tipos/Subtipos estructurales de acuerdo al Sistema Sísmico resistente, Material y Nivel de Diseño (norma aplicable).

Tipo Subtipo	Sistema Sísmico resistente	Material/ Norma (ver 6.2.1)	R			Ω	C _d		
			NiB	NiD	NiE		NiB	NiD	NiE
I-a	Pericos de concreto armado (vigas y columnas)	Concreto / CI	6	4	2	3	4½	3½	1½
	Pericos de acero estructural (vigas y columnas)	Acero / A	6	3½	2½	3	4½	3½	2½
	Pericos mixtos restringidos (vigas y columnas)	Acero-conc. / A	6	4	2½	3	4½	3½	2
	Pericos mixtos parcialmente restringidos (vigas y columnas)	Acero-conc. / A	ra	4½	ra	3	ra	4½	ra
	Pericos de puentes con vigas y columnas (Muro y columnas)	Materia / MD	4	3½	ra	3	4	3½	ra
I-b	Pericos mixtos restringidos de concreto armado	Concreto / CC	4½	3	1½	3	4½	3	1½
	Pericos de acero con vigas de calatén conectadas y momentos	Acero / A	5	ra	2	3	ra	ra	1½
I-c	Pericos de acero con columnas articuladas en la base	Acero / A	4½	3½	2	3	3½	2	1½
	Losas macizas o reticuladas sobre columnas, sin vigas	Concreto / CC	ra	2	1½	2	ra	2	1½
I-d	Losas macizas sobre muros, sin vigas ni muros en una dirección, diseñadas sin una dirección	Concreto / CI	ra	ra	1½	2	ra	ra	1½
	Losas macizas sobre vigas y columnas, sin vigas en la dirección de las columnas. Diseñadas en ambas direcciones	Concreto / CI	ra	ra	1½	3	ra	ra	1½
II-a	Sistemas dual de pórticos y muros, con elementos dúctiles, plásticos, antisísmicos, simultáneamente o de periodo restringido, combinación de Ia y IIb.	Concreto / CI	4½	4½	ra	3½	4½	3½	ra
		Acero / A	6	5	ra	2½	4½	3½	ra
		Acero-conc. / A	6	5	ra	2½	4½	3½	ra
II-b	Sistemas dual de pórticos y muros, pórticos articulados, simultáneamente o por separado, combinación de Ia y IIb.	Concreto / CI	5	4½	2½	2½	4	2½	2½
		Acero / A	5	4	2	2½	4	3½	2
		Acero-conc. / A	5	4	2½	2½	4½	3½	2½
III-a	Sistemas dual, posibilidad de pórticos y muros, combinación de Ia y IIb.	Concreto / CC	ra	3½	1½	3½	ra	3½	1½
	Muros de masa. Acero de aplicación en edificios clásicos.	Concreto / CI	5	ra	ra	2½	4½	ra	ra
	Pericos de acero con armazones, muros dúctiles, aplicados con solapes de 300mm.	Acero / A	6	ra	ra	2	4½	ra	ra
	Pericos con armazones de puentes restringidos.	Acero / A	6	ra	ra	2½	4½	ra	ra
	Pericos mixtos con armazones, muros dúctiles, aplicados con solapes de 300mm.	Acero-conc. / A	6	ra	ra	2½	4½	ra	ra

$$R := 4$$

Periodo característico del espectro de respuesta inelástica

TABLA 18. Valores del periodo característico T* en segundos

R	T*
R < 5	0,1 (R-1)
R > 5	0,4

$$T_{\dagger} := 0.1 \cdot (R - 1) = 0.3$$

if (0.25 · T_C ≤ T_† ≤ T_C, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

Espectro de Desplazamiento

Factor de Sobre-resistencia

$$\Omega := 3$$

Factor de Amplificación del Desplazamiento

$$C_d := 4 + \frac{3}{4} = 4.75$$

Periodo fundamental Aproximado
 Altura de la edificación

$$h_n := 6$$

$$C_T := 0.07$$

Determinando el periodo fundamental aproximado

$$T_a := C_T \cdot (h_n)^{0.75} = 0.268$$

TABLA 24. Valores de C_T para determinar T_a

Tipo estructural	C_T
Pórticos de concreto armado (Subtipo I-a)	0.07
Pórticos de acero (Subtipo I-a)	0.08
Pórticos de acero con arriostramiento excéntrico (Subtipos III-a y II-a)	0.075
Pórticos de acero con arriostramiento de pandeo restringido (Subtipos III-a y II-a)	0.075
Otros	0.05

Factor de Irregularidad

6.4 Factor de Irregularidad

El Factor de Irregularidad (F_I) asociado a cada tipo de irregularidad estructural se determina así:

- F_I está dado en la tabla 14. Las irregularidades se describen en 3.6.3. Una construcción puede tener factores de irregularidad diferentes en sus dos direcciones horizontales de análisis.
- Si la construcción tiene más de una de las irregularidades indicadas en la tabla 14, F_I será el producto de los factores asociados a cada irregularidad, pero no mayor que 1.4.
- Si la construcción no tiene ninguna de las irregularidades indicadas en la tabla 14, el valor de F_I es igual a uno.

$$F_I := 1$$

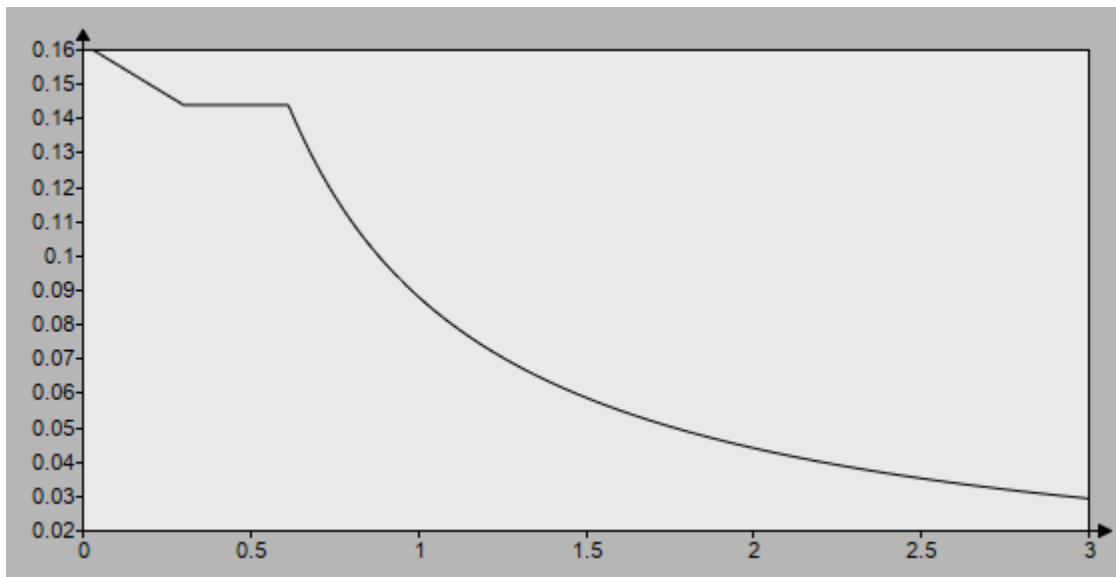
$$T := T_a = 0.268$$

$$T := 0.001, 0.01 \dots 3$$

TABLA 14. Factor de Irregularidad

Irregularidad (ver 3.6.3)		F_I
Vertical	Crítica a) Parapeto alto	1.3
	Crítica b) Entresijo cúbico	1.3
	Globol c) Distribución irregular de masas de uno de los pisos contiguos	1.1
	Globol d) Aumento de las masas con la elevación	1.1
	Globol a) Doblez excesiva	1.1
	Local f) Variaciones en las dimensiones del sistema estructural	1.1
	Local g) Discontinuidad en el plano del sistema resistente a cargas laterales	1.3
	Local h) Falta de conexión entre plantas resistentes	1.3
En planta	Crítica a) Gran excentricidad	1.3
	Crítica b) Riesgo torsional elevado	1.3
	Globol c) Sistema no retorcional	1.1
	Globol d) Diáfragma flexible	1.1

$$A_d(T) = \begin{cases} T < T_A, \frac{\rho \cdot F_I \cdot A_A}{1.5} \\ T_A < T \leq T_1, \rho \cdot F_I \cdot A_A \cdot \left(\frac{1}{1.5} + \left(\frac{\beta}{R} - \frac{1}{1.5} \right) \cdot \left(\frac{T - T_A}{T_1 - T_A} \right) \right) \\ T_1 < T \leq T_C, \rho \cdot F_I \cdot \frac{\beta \cdot A_A}{R} \\ T_C < T \leq T_D, \rho \cdot F_I \cdot \frac{\beta \cdot A_A}{R} \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T > T_D, \rho \cdot F_I \cdot \frac{\beta \cdot A_A}{R} \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \cdot \left(\frac{T_D}{T} \right)^{\beta} \end{cases}$$



$$T_a = 0.268$$

$$A_d := \rho \cdot F_I \cdot \frac{\beta \cdot A_A}{R} \cdot \left(\frac{T_C}{T_a} \right) = 0.329$$

CÁLCULO DE FUNDACIONES

Fundación tipo 1. Carga de Servicio hasta 15 toneladas

DATOS

$$Cv := 3469.14 \text{ kgf}$$

Pedestal 20cm x 20cm

$$Cp := 8128.14 \text{ kgf}$$

$$B_{pedestal} := 0.2 \text{ m}$$

$$f'c := 250 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 0.25 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$$

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

$$\sigma_{adm} := 1.25 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 12.5 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Mayoración de Cargas Iniciales para obtener Carga de Servicio

$$P := 1.1 \cdot Cp + Cv = 12410.094 \text{ kgf}$$

Se calculó el Área de la Zapata

$$Area := \frac{P}{\sigma_{adm}} = 9928.075 \text{ cm}^2$$

$$Lado := \sqrt{Area} = 99.64 \text{ cm}$$

$$B_{zapata} := 100 \text{ cm}$$

$$Area_{zapata} := B_{zapata}^2 = 1 \text{ m}^2$$

Carga última de Diseño

$$Pu := 1.2 \cdot Cv + 1.6 \cdot Cp = 17167.992 \text{ kgf}$$

Cálculo del Esfuerzo Actuante Mayorado

$$\sigma_u := \frac{Pu}{Area_{zapata}} = 17.168 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Chequeo por Deflexión.

$$n := \frac{(B_{zapata} - B_{pedestal})}{2} = 0.4 \text{ m}$$



Momento Último

$$Mu := \frac{(\sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot n^2)}{2} = 1.373 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Mu = 137343.936 \text{ kgf} \cdot cm$$

Altura Útil por Flexión de la Zapata

$$\mu := 0.1448$$

$$d := \sqrt[2]{\left(\frac{Mu}{\mu \cdot f'c \cdot B_{zapata}}\right)} = 6.16 \text{ cm}$$

Mínimo 30cm según norma
Recubrimiento mínimo 7.5cm
Se debe incluir el diámetro de la barra / 2

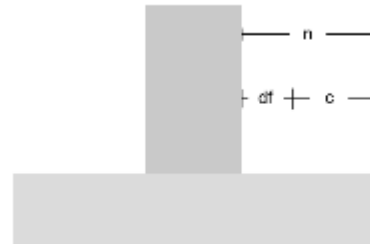
$$h := 30 \text{ cm}$$

$$df := h - (7.5 \text{ cm} + 1 \text{ cm}) = 21.5 \text{ cm}$$

Chequeo por corte

Se evalúa a una distancia d de la cara del pedestal

$$C := n - df = 18.5 \text{ cm}$$



Corte producido por la zapata

$$Vu_{corte} := \sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot C = 3.176 \text{ tonnef}$$

Corte último resistido por el concreto en la zapata

$$\phi := 0.75$$

$$Vu_{concreto_{corte}} := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt[2]{f'c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} \cdot B_{zapata} \cdot df = 13.513 \text{ tonnef}$$

if ($Vu_{corte} < Vu_{concreto_{corte}}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El corte que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Chequeo por Punzonado

Perímetro de Punzonado

$$b_o := 4 \cdot (B_{pedestal} + df) = 166 \text{ cm}$$

Punzonado Último

$$V_{u_{punzonado}} := P_u - (\sigma_u \cdot (B_{pedestal} + d)^2) = 15.993 \text{ tonnef}$$

Punzonado Máximo Resistido por el Concreto de la Zapata

$$\phi := 0.75$$

$$V_{u_{concreto_{punzonado}}} := \phi \cdot 1.06 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_o \cdot df = 44.863 \text{ tonnef}$$

if ($V_{u_{punzonado}} < V_{u_{concreto_{punzonado}}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El punzonado que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Diseño del Acero de la Zapata

$$\phi := 0.85 \quad j_u := 0.95$$

$$A_s := \frac{M_u}{\phi \cdot j_u \cdot f_y \cdot df} = 1.884 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo por retracción y temperatura según norma

$$A_{s_{min}} := 0.0018 \cdot B_{zapata} \cdot h = 5.4 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo por retracción y temperatura según norma es mayor que el requerido a flexión, por lo tanto manda el mayor acero calculado

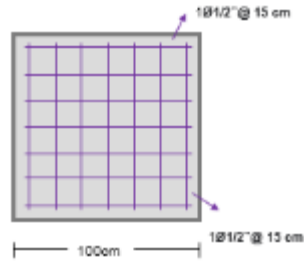
Se utilizaron barras de 1/2" $A_{reabarra} := 1.27 \text{ cm}^2$

$$N_{roBarras} := \frac{A_{s_{min}}}{A_{reabarra}} = 4.252$$

$$SeparacionBarras := \frac{B_{zapata}}{N_{roBarras}} = 23.519 \text{ cm}$$

Recomendado utilizar una separación máxima de 15cm

Por lo tanto el Acero en la Zapata: 1 ϕ 1/2" @ 15cm en ambos sentidos



Fundación tipo 2. Carga de Servicio hasta 10 toneladas

DATOS

$$C_v := 2328.049 \text{ kgf}$$

Pedestal 20cm x 20cm

$$C_p := 5560.52 \text{ kgf}$$

$$B_{pedestal} := 0.2 \text{ m}$$

$$f'_c := 250 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 0.25 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$$

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

$$\sigma_{adm} := 1.25 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 12.5 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Mayoración de Cargas Iniciales para obtener Carga de Servicio

$$P := 1.1 \cdot C_p + C_v = 8444.621 \text{ kgf}$$

Se calculó el Área de la Zapata

$$Area := \frac{P}{\sigma_{adm}} = 6755.697 \text{ cm}^2$$

$$Lado := \sqrt{Area} = 82.193 \text{ cm}$$

$$B_{zapata} := 90 \text{ cm}$$

$$Area_{Zapata} := B_{zapata}^2 = 0.81 \text{ m}^2$$

Carga última de Diseño

$$P_u := 1.2 \cdot C_v + 1.6 \cdot C_p = 11690.491 \text{ kgf}$$

Cálculo del Esfuerzo Actuante Mayorado

$$\sigma_u := \frac{P_u}{Area_{Zapata}} = 14.433 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Chequeo por Deflexión

$$n := \frac{(B_{zapata} - B_{pedestal})}{2} = 0.35 \text{ m}$$



Momento Último

$$Mu := \frac{(\sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot n^2)}{2} = 0.796 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu = 79560.285 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Altura Útil por Flexión de la Zapata

$$\mu := 0.1448$$

$$d := \sqrt{\left(\frac{Mu}{\mu \cdot f'c \cdot B_{zapata}} \right)} = 4.942 \text{ cm}$$

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

$$df := h - (7.5 \text{ cm} + 1 \text{ cm}) = 21.5 \text{ cm}$$

Mínimo 30cm según norma
Recubrimiento mínimo 7.5cm
Se debe incluir el diámetro de la barra / 2

Chequeo por corte

Se evalúa a una distancia d de la cara del pedestal

$$C := n - df = 13.5 \text{ cm}$$

Corte producido por la zapata

$$Vu_{corte} := \sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot C = 1.754 \text{ tonnef}$$

Corte último resistido por el concreto en la zapata

$$\phi := 0.75$$

$$Vu_{concreto\ corte} := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot B_{zapata} \cdot df = 12.162 \text{ tonnef}$$

if ($Vu_{corte} < Vu_{concreto\ corte}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El corte que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma



Chequeo por Punzonado

Perímetro de Punzonado

$$b_o := 4 \cdot (B_{pedestal} + df) = 166 \text{ cm}$$

Punzonado Último

$$V_{u_{punzonado}} := P_u - (\sigma_u \cdot (B_{pedestal} + d)^2) = 10.793 \text{ tonnef}$$

Punzonado Máximo Resistido por el Concreto de la Zapata

$$\phi := 0.75$$

$$V_{u_{concreto_{punzonado}}} := \phi \cdot 1.06 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_o \cdot df = 44.863 \text{ tonnef}$$

if ($V_{u_{punzonado}} < V_{u_{concreto_{punzonado}}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El punzonado que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Diseño del Acero de la Zapata

$$\phi := 0.85$$

$$j_u := 0.95$$

$$A_s := \frac{M_u}{\phi \cdot j_u \cdot f_y \cdot df} = 1.091 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo por retracción y temperatura según norma

$$A_{s_{min}} := 0.0018 \cdot B_{zapata} \cdot h = 4.86 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo por retracción y temperatura según norma es mayor que el requerido a flexión, por lo tanto manda el mayor acero calculado

Se utilizaron barras de 1/2"

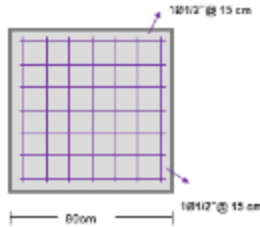
$$A_{eabarra} := 1.27 \text{ cm}^2$$

$$N_{roBarras} := \frac{A_{s_{min}}}{A_{eabarra}} = 3.827$$

$$S_{eparacionBarras} := \frac{B_{zapata}}{N_{roBarras}} = 23.519 \text{ cm}$$

Recomendado utilizar una separación máxima de 15cm

Por lo tanto el Acero en la Zapata: 1 ϕ 1/2" @ 15cm en ambos sentidos



Fundación tipo 3. Carga de Servicio hasta 5 toneladas

DATOS

$$Cv := 1334.44 \text{ kgf}$$

Pedestal 20cm x 20cm

$$Cp := 3609.25 \text{ kgf}$$

$$B_{pedestal} := 0.2 \text{ m}$$

$$f'_c := 250 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 0.25 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$$

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

$$\sigma_{adm} := 1.25 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 12.5 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$P := 1.1 \cdot Cp + Cv = 5304.615 \text{ kgf}$$

Se calculó el Área de la Zapata

$$Area := \frac{P}{\sigma_{adm}} = 4243.692 \text{ cm}^2$$

$$Lado := \sqrt{Area} = 65.144 \text{ cm}$$

$$B_{zapata} := 70 \text{ cm}$$

$$Area_{Zapata} := B_{zapata}^2 = 0.49 \text{ m}^2$$

Carga última de Diseño

$$Pu := 1.2 \cdot Cv + 1.6 \cdot Cp = 7376.128 \text{ kgf}$$

Cálculo del Esfuerzo Actuante Mayorado

$$\sigma_u := \frac{Pu}{Area_{Zapata}} = 15.053 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Chequeo por Deflexión.

$$n := \frac{(B_{zapata} - B_{pedestal})}{2} = 0.25 \text{ m}$$

Momento Último

$$Mu := \frac{(\sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot n^2)}{2} = 0.329 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu = 32929.143 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Altura Útil por Flexión de la Zapata

$$\mu := 0.1448$$

$$d := \sqrt[2]{\left(\frac{Mu}{\mu \cdot f'c \cdot B_{zapata}}\right)} = 3.605 \text{ cm}$$

Mínimo 30cm según norma
Recubrimiento mínimo 7.5cm
Se debe incluir el diámetro de la barra / 2

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

$$df := h - (7.5 \text{ cm} + 1 \text{ cm}) = 21.5 \text{ cm}$$

Chequeo por corte

Se evalúa a una distancia d de la cara del pedestal

$$C := n - df = 3.5 \text{ cm}$$

Corte producido por la zapata

$$Vu_{corte} := \sigma_u \cdot B_{zapata} \cdot C = 0.369 \text{ tonnef}$$

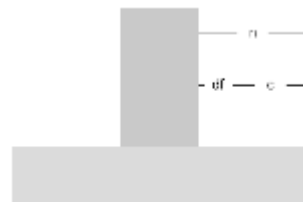
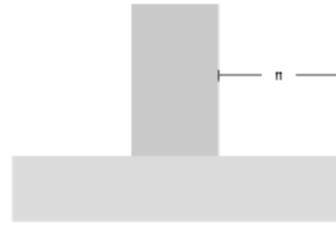
Corte ultimo resistido por el concreto en la zapata

$$\phi := 0.75$$

$$Vu_{concreto\ corte} := \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot B_{zapata} \cdot df = 9.459 \text{ tonnef}$$

if ($Vu_{corte} < Vu_{concreto\ corte}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El corte que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma



Chequeo por Punzonado

Perímetro de Punzonado

$$b_o := 4 \cdot (B_{pedestal} + d_f) = 166 \text{ cm}$$

Punzonado Último

$$V_{u_{punzonado}} := P_u - (\sigma_u \cdot (B_{pedestal} + d)^2) = 6.537 \text{ tonnef}$$

Punzonado Máximo Resistido por el Concreto de la Zapata

$$\phi := 0.75$$

$$V_{u_{concreto_{punzonado}}} := \phi \cdot 1.06 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_o \cdot d_f = 44.863 \text{ tonnef}$$

if ($V_{u_{punzonado}} < V_{u_{concreto_{punzonado}}$, "CUMPLE", "NO CUMPLE") = "CUMPLE"

El punzonado que se produce por las dimensiones de la zapata debe ser menor que el resistido por el concreto de la misma

Diseño del Acero de la Zapata

$$\phi := 0.85$$

$$j_u := 0.95$$

$$A_s := \frac{M_u}{\phi \cdot j_u \cdot f_y \cdot d_f} = 0.452 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo por retracción y temperatura según norma

$$A_{s_{min}} := 0.0018 \cdot B_{zapata} \cdot h = 3.78 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo por retracción y temperatura según norma es mayor que el requerido a flexión, por lo tanto manda el mayor acero calculado

Se utilizaran barras de 1/2"

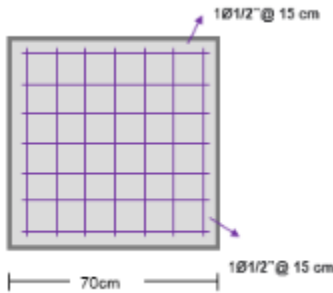
$$A_{reabarra} := 1.27 \text{ cm}^2$$

$$NroBarras := \frac{A_{s_{min}}}{A_{reabarra}} = 2.976$$

$$\text{SeparacionBarras} := \frac{B_{zapata}}{N_{roBarras}} = 23.519 \text{ cm}$$

Se recomienda utilizar una separación máxima de 15cm

Por lo tanto el Acero en la Zapata será: 1 ϕ 1/2" @ 15cm en ambos sentidos



CÁLCULO DE VIGAS DE RIOSTRA

Se utilizó la mayor carga entre las fundaciones

$$P_{umax} := 17167.992 \text{ kgf}$$

TIPO 1

$$L := 4 \text{ m}$$

Predimensionado de la Viga

Altura

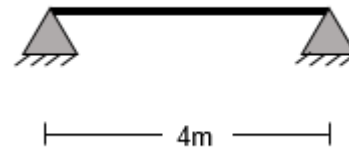
$$\bar{H} := \frac{L}{12} = 0.333 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$\bar{H} := \frac{L}{10} = 0.4 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$

Base

$$B := \frac{L}{24} = 0.167 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$\bar{B} := \frac{L}{20} = 0.2 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$



Se diseñaron la VR de 20cmX40cm

$$Ac_{VR} := 20 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm} = 700 \text{ cm}^2$$

Cálculo de Aceros

Se debe cumplir que: $\phi \cdot A_s \cdot f_y > 0.15 \cdot P_u$

$$\phi := 0.7$$

$$0.15 \cdot P_{umax} = 2.575 \text{ tonnef}$$

$$A_s := \frac{3.727 \text{ tonnef}}{\phi \cdot f_y} = 1.268 \text{ cm}^2$$

$$0.01 A_c V_R = 7 \text{ cm}^2$$

if ($A_s < 0.01 A_c V_R$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

$$\frac{0.15 \cdot A_c V_R \cdot f'_c}{f_y} = 6.25 \text{ cm}^2$$

if ($A_s < \frac{0.15 \cdot A_c V_R \cdot f'_c}{f_y}$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

Se utilizaron 6 ϕ 1/2" cuya área es 7.62 cm^2

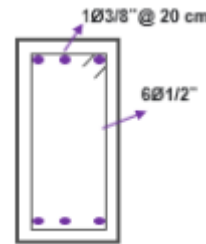
Se utilizaron estribos de 3/8" $db := 1.9 \text{ cm}$

Separación de los Estribos

$$s \leq 12 \cdot db$$

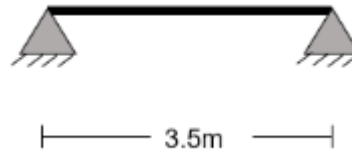
$$12 \cdot db = 22.8 \text{ cm}$$

Estribos 1 ϕ 3/8" @ 20cm



TIPO 2

Predimensionado de la Viga



$$L := 3.5 \text{ m}$$

Altura

$$H := \frac{L}{12} = 0.292 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$H := \frac{L}{10} = 0.35 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$

Base

$$B := \frac{L}{24} = 0.146 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$B := \frac{L}{20} = 0.175 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$

Se diseñó la VR de 20cmX35cm

$$AcVR := 20 \text{ cm} \cdot 30 \text{ cm} = 600 \text{ cm}^2$$

Cálculo de Aceros

$$\text{Se debe cumplir que: } \phi \cdot As \cdot fy > 0.15 \cdot Pu \quad \phi := 0.7$$

$$0.15 \cdot P_{umax} = 2.575 \text{ tonnef}$$

$$As := \frac{3.727 \text{ tonnef}}{\phi \cdot fy} = 1.268 \text{ cm}^2$$

$$0.01 AcVR = 6 \text{ cm}^2$$

if ($As < 0.01 AcVR$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

$$\frac{0.15 \cdot AcVR \cdot f'c}{fy} = 5.357 \text{ cm}^2$$

if ($As < \frac{0.15 \cdot AcVR \cdot f'c}{fy}$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

Se utilizaron 6 ϕ 1/2" cuya área es 7.62 cm^2

Se utilizaron estribos de 3/8"

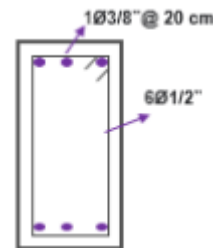
$$db := 1.9 \text{ cm}$$

Separación de los Estribos

$$s \leq 12 \cdot db$$

$$12 \cdot db = 22.8 \text{ cm}$$

Estribos 1 ϕ 3/8" @ 20cm



TIPO 3

Predimensionado de la Viga



$$L := 3 \text{ m}$$

Altura

3m

$$\bar{H} := \frac{L}{12} = 0.25 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$\bar{H} := \frac{L}{10} = 0.3 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$

Base

$$B := \frac{L}{24} = 0.125 \text{ m} \quad \text{Mayor Economía}$$

$$B := \frac{L}{20} = 0.15 \text{ m} \quad \text{Mayor Seguridad}$$

Se diseñaron la VR de 15cmX30cm

$$AcVR := 15 \text{ cm} \cdot 25 \text{ cm} = 375 \text{ cm}^2$$

Cálculo de Aceros

$$\text{Se debe cumplir que: } \phi \cdot As \cdot fy > 0.15 \cdot Pu \quad \phi := 0.7$$

$$0.15 \cdot P_{umax} = 2.575 \text{ tonnef}$$

$$As := \frac{3.727 \text{ tonnef}}{\phi \cdot fy} = 1.268 \text{ cm}^2$$

$$0.01 AcVR = 3.75 \text{ cm}^2$$

if ($As < 0.01 AcVR$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

$$\frac{0.15 \cdot AcVR \cdot f'c}{fy} = 3.348 \text{ cm}^2$$

if ($As < \frac{0.15 \cdot AcVR \cdot f'c}{fy}$, "Se debe aumentar el acero", "NO Se debe aumentar el acero") = "Se debe aumentar el acero"

Se utilizaron 4 ϕ 1/2" cuya área es 5.08 cm^2

Se utilizaron estribos de 3/8"

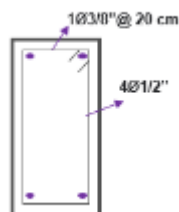
$$db := 1.9 \text{ cm}$$

Separación de los Estribos

$$s \leq 12 \cdot db$$

$$12 \cdot db = 22.8 \text{ cm}$$

Estribos 1 ϕ 3/8" @ 20cm



APÉNDICE C: COMPUTOS METRICOS. MODELO EN CONCRETO ARMADO

CÓMPUTOS MÉTRICOS PARA OBRA DE INFRAESTRUCTURA

Part No,	Código COVENIN	Descripción	Unidad	N° PARTES	DIMENSIONES			PESO UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
					AREA		ALTO			
					LARGO	ANCHO				
1	E311110150	EXCAVACION EN TIERRA A MANO PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS, HASTA PROFUNDIDADES COMPRENDIDAS ENTRE 0,00 Y 1,50 M,	m3							
		Fundación tipo 1		2,00	1,40	1,40	1,50		5,88	36,04
		Fundación tipo 2		5,00	1,30	1,30	1,50		12,68	
		Fundación tipo 2´		2,00	1,30	1,30	1,50		5,07	
		Fundación tipo 3		5,00	1,00	1,00	1,50		7,50	
		Viga de arriostra VR1		6,00	4,00	0,20	0,40		1,92	
		Viga de arriostra VR2		10,00	3,50	0,20	0,35		2,45	
		Viga de arriostra VR3		4,00	3,00	0,15	0,30		0,54	
2	E319100000	CONSTRUCCION DE BASE DE PIEDRA PICADA CORRESPONDIENTE A OBRAS PREPARATIVAS, INCLUYE EL SUMINISTRO Y TRANSPORTE DEL MATERIAL HASTA UNA DISTANCIA DE 50 km,	m3							
		Fundación tipo 1		2,00	1,40	1,40	0,05		0,20	1,72
		Fundación tipo 2		5,00	1,30	1,30	0,05		0,42	
		Fundación tipo 2´		2,00	1,30	1,30	0,05		0,17	
		Fundación tipo 3		5,00	1,00	1,00	0,05		0,25	
		Viga de arriostra VR1		6,00	4,00	0,20	0,05		0,24	
		Viga de arriostra VR2		10,00	3,50	0,20	0,05		0,35	
		Viga de arriostra VR3		4,00	3,00	0,15	0,05		0,09	

3	E351110210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA IGUAL O MENOR DEL N° 3 (DIAMETRO 3/8") PARA INFRAESTRUCTURA	kgf							
		Viga de arriostra VR1		6,00	24,36			0,559	81,70	225,05
		Viga de arriostra VR2		10,00	20,14				112,58	
		Viga de arriostra VR3		4,00	13,76				30,77	
4	E351120210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA NO,4 A NO,7 (1/2" A 7/8"), PARA INFRAESTRUCTURA	kgf							
		Fundación tipo 1		2,00	34,00			0,994	67,59	1570,36
		Fundación tipo 2		5,00	28,80				143,14	
		Fundación tipo 2´		2,00	28,80				57,25	
		Fundación tipo 3		5,00	18,20				90,45	
		Viga de arriostra VR1		6,00	34,40				205,16	
		Viga de arriostra VR2		10,00	22,80				226,63	
		Viga de arriostra VR3		4,00	13,20				52,48	
		Pedestal F1		2,00	20,40				40,56	
					32,00				63,62	
		Pedestal F2		5,00	20,40				101,39	
					32,00				159,04	
		Pedestal F2´		2,00	27,20				54,07	
					24,42				48,55	
		Pedestal F3		5,00	20,40				101,39	
					32,00			159,04		

5	E341010110	ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN CABEZALES DE PILOTES, BASES Y ESCALONES, PEDESTALES, VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES, FUNDACIONES DE PARED, VIGAS DE FUNDACION Y BASES DE PAVIMENTO	m2							
		Pedestal F1		2,00		1,80	1,20		4,32	31,20
		Pedestal F2		5,00		1,80	1,20		10,80	
		Pedestal F2´		2,00		2,20	1,20		5,28	
		Pedestal F3		5,00		1,80	1,20		10,80	
6	E323000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE BASES Y ESCALONES,	m3							
		Fundación tipo 1		2,00	1,40	1,40	0,30		1,18	6,23
		Fundación tipo 2		5,00	1,30	1,30	0,30		2,54	
		Fundación tipo 2´		2,00	1,30	1,30	0,30		1,01	
		Fundación tipo 3		5,00	1,00	1,00	0,30		1,50	
7	E324000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE PEDESTALES,	m3							
		Pedestal F1		2,00	0,45	0,45	1,20		0,49	3,64
		Pedestal F2		5,00	0,45	0,45	1,20		1,22	
		Pedestal F2´		2,00	0,55	0,55	1,20		0,73	
		Pedestal F3		5,00	0,45	0,45	1,20		1,22	

8	E325000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES Y FUNDACIONES DE PARED,	m3							
		Viga de arriostra VR1		6,00	4,00	0,20	0,40		1,92	4,91
		Viga de arriostra VR2		10,00	3,50	0,20	0,35		2,45	
		Viga de arriostra VR3		4,00	3,00	0,15	0,30		0,54	
9	E317000000	COMPACTACION DE RELLENOS CON APISONADORES DE PERCUSION, CORRESPONDIENTE A LOS ASIENOS DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS,	m3							
		Fundación tipo 1							4,22	21,26
		Fundación tipo 2							8,93	
		Fundación tipo 2'							3,33	
		Fundación tipo 3							4,79	
10	E313110000	CARGA A MANO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LAS EXCAVACIONES PARA ASIENOS DE FUNDACIONES, ZANJAS, U OTROS,	m3							
		Fundación tipo 1							1,66	14,78
		Fundación tipo 2							3,75	
		Fundación tipo 2'							1,74	
		Fundación tipo 3							2,72	
		Viga de arriostra VR1		6,00	4,00	0,20	0,40		1,92	
		Viga de arriostra VR2		10,00	3,50	0,20	0,35		2,45	
		Viga de arriostra VR3		4,00	3,00	0,15	0,30		0,54	

CÓMPUTOS MÉTRICOS PARA OBRA DE SUPERESTRUCTURA

Part No,	Código COVENIN	Descripción	Unidad	N° PARTES	DIMENSIONES			PESO UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL
					AREA		ALTO			
					LARGO	ANCHO				
1	E342010111	ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN COLUMNAS,	m2							
		Columnas Tipo 1 35X35		20,00	3	1,40			84	122,4
		Columnas Tipo 2 35X40		4,00	3	1,50			18	
		Columnas Tipo 1 35X50		4,00	3	1,70			20,4	
2	E342010113	ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN LOSAS, INCLUYENDO MACIZADOS,	m2							
		Losa Nervada 0,25m Techo		1,00	7,00	9,50			66,5	152
				1,00	4,00	3,50			14	
		Losa Nervada 0,25m Entrepiso		1,00	4,00	9,50			38	
				1,00	3,00	6,50			19,5	
				1,00	4,00	3,50			14	
3	E342010112	ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN VIGAS DE CARGA	m2							
		Viga Tipo 1		10,00	3,00	1,10			33	78,1
		Viga Tipo 2		4,00	3,50	1,10			15,4	
		Viga Tipo 3		6,00	4,00	1,10			26,4	
		Viga Descanso Escalera		1,00	3,00	1,10			3,3	
4	E331100121	CONCRETO DE F'c 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE COLUMNAS RECTANGULARES,	m3							
		Columnas Tipo 1 30X30		20,00	0,35	0,35	3		7,35	11,13
		Columnas Tipo 2 30X35		4,00	0,35	0,40	3		1,68	

		Columnas Tipo 1 30X45		4,00	0,35	0,50	3		2,1	
5	E332000220	CONCRETO DE F'c 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO OBRA LIMPIA, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE CARGA Y MACIZADOS,	m3							
		Viga Tipo 1		10,00	3,00	0,30	0,40		3,6	8,52
		Viga Tipo 2		4,00	3,50	0,30	0,40		1,68	
		Viga Tipo 3		6,00	4,00	0,30	0,40		2,88	
		Viga Descanso Escalera		1,00	3,00	0,30	0,40		0,36	
6	E333125125	LOSA NERVADA EN UNA DIRECCION, E=25 cm CON CONCRETO F'c 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS,	m2							
		Losa Nervada 0,25m Techo		1,00	7,00	9,50			66,5	152
				1,00	4,00	3,50			14	
		Losa Nervada 0,25m Entrepiso		1,00	4,00	9,50			38	
				1,00	3,00	6,50			19,5	
				1,00	4,00	3,50			14	
7	E352120210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLAS NO,4 A NO,7 (1/2" A 7/8") PARA SUPERESTRUCTURA	kgf							
		Columnas Tipo 1 35X35		20,00	38,40			0,994	763,392	4301,44
				20,00	67,20				1335,936	
		Columnas Tipo 2 35X40		4,00	32,00				127,232	
				4,00	74,34				295,57584	
		Columnas Tipo 1 35X50		4,00	51,20				203,5712	
				4,00	80,01				318,11976	
		Viga Tipo 1		10,00	27,20				270,368	
		Viga Tipo 2		4,00	31,20				124,0512	

		Viga Tipo 3		6,00	35,20				209,9328	
		Viga Descanso Escalera		1,00	27,20				27,0368	
		Losa Entrepiso		1,00	297,00				295,218	
		Losa Techo		1,00	333,00				331,002	
8	E352110210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO Fy 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLAS IGUAL O MENOR AL NO,3 (3/8") PARA SUPERESTRUCTURA	kgf							
		Viga Tipo 1		10,00	44,00				245,96	
		Viga Tipo 2		4,00	51,40				114,9304	
		Viga Tipo 3		6,00	58,70				196,8798	
		Viga Descanso Escalera		1,00	44,00			0,559	24,596	840,18
		Losa Entrepiso		1,00	215,60				120,5204	
		Losa Techo		1,00	245,60				137,2904	

**APÉNDICE D: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS. MODELO EN CONCRETO
ARMADO**

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 2

Descripción: CONSTRUCCION DE BASE DE PIEDRA PICADA CORRESPONDIENTE A OBRAS PREPARATIVAS. INCLUYE EL SUMINISTRO Y TRANSPORTE DEL MATERIAL HASTA UNA DISTANCIA DE 50 km.

Rendimiento: 70.000000

Código: E319100000

Unidad: m3

Cantidad: 1.72

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Piedra picada para concreto #	m3	1.0000	5.00	47.55	49.93
2	Costo transporte agregados max 50km	m3	1.0000	0.00	7.63	7.63
Total Materiales:						57.56

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Minicargador minishovel bobcat 763 (0,38 m3)	1.00	0.003778	23,848.92	90.10
2	Compactadora de rodillo cat 214 c	1.00	0.002042	59,376.80	121.25
3	Camioneta ford f-150	0.50	0.003956	27,356.11	54.11
Total Equipos:					265.46
Costo Unitarios Equipos:					3.79

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	0.50	8.00	1.50	4.00	0.75
2	Caporal de equipo	1.00	6.50	1.50	6.50	1.50
3	Operador de equipo liviano	2.00	4.00	1.50	8.00	3.00
4	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
5	Obrero de 1ra	2.00	3.00	1.50	6.00	3.00
6	Chofer de 3ra (hasta 3 ton)	0.50	4.00	1.50	2.00	0.75
SubTotal Mano de Obra:					33.50	12.00
547.00 Prestaciones Sociales:					183.25	0.00
Total General Mano de Obra:					228.75	3.27
Costo Unitario de Mano de Obra:					3.27	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					64.62	
15.00 Administración y Gastos Generales:					9.69	
SUBTOTAL B:					74.31	
10.00 Imprevisto Utilidad:					7.43	
SUBTOTAL C:					81.74	
0.00 Financiamiento:					0.00	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					81.74	
0.00 Impuesto (I.V.A.):					0.00	
PRECIO UNITARIO (\$):					81.74	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 3

Descripción: SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA IGUAL O MENOR DEL N° 3 (DIAMETRO 3/8") PARA INFRAESTRUCTURA

Rendimiento: 450.000000

Código: E351110210

Unidad: kgf

Cantidad: 225.05

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	CABILLA ESTRIADA N60 fy=4200k/cm2 #	kgf	1.0000	5.00	2.92	3.07
2	Alambre liso galvanizado calibre n° 18	kgf	0.0200	5.00	8.83	0.19
3	Manejo, almacenamiento y caleteo interno	kgf	1.0500	0.00	0.36	0.38
4	Costo agregado de transporte	kgf	1.0500	0.00	1.20	1.26
Total Materiales:						4.90

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Cortadora automatica de cabilla hasta d=1"	1.00	0.004000	2,356.69	9.43
2	Dobladora automatica de cabilla hasta 1 3/8"	1.00	0.002000	1,999.56	4.00
3	Equipo menor para cabilla y malla soldada	1.00	1.000000	1.59	1.59
4	Camion ford f- 350 estacas	0.25	0.003479	40,683.45	35.38
Total Equipos:					50.40
Costo Unitarios Equipos:					0.11

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro cabillero	1.00	6.50	1.50	6.50	1.50
2	Cabillero de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Ayudante	4.00	3.50	1.50	14.00	6.00
4	Cabillero de 2da	2.00	4.00	1.50	8.00	3.00
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	0.25	4.50	1.50	1.13	0.38
SubTotal Mano de Obra:					39.63	13.88
547.00 Prestaciones Sociales:					216.78	0.00
Total General Mano de Obra:					270.29	
Costo Unitario de Mano de Obra:					0.6	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					5.61	
15.00 Administración y Gastos Generales:					0.84	
SUBTOTAL B:					6.45	
10.00 Imprevisto Utilidad:					0.65	
SUBTOTAL C:					7.10	
0.00 Financiamiento:					0.00	

PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:

7.10

0.00 Impuesto (I.V.A.):

0.00

0.00 Otros Impuestos:

0.00

PRECIO UNITARIO (\$):

7.10

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 4

Descripción: SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA NO.4 A NO.7 (1/2" A 7/8"), PARA INFRAESTRUCTURA

Rendimiento: 450.000000

Código: E351120210

Unidad: kgf

Cantidad: 1,570.36

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Cabilla estriada n60 fy=4200k/cm2 #	kgf	1.0000	5.00	2.92	3.07
2	Alambre liso galvanizado calibre n° 18	kgf	0.0200	5.00	8.83	0.19
3	Manejo, almacenamiento y caleteo interno	kgf	1.0500	0.00	0.36	0.38
4	Costo agregado de transporte	kgf	1.0500	0.00	1.20	1.26
Total Materiales:						4.90

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Cortadora automatica de cabilla hasta d=1 3/8"	1.00	0.003000	3,188.47	9.57
2	Dobladora automatica de cabilla hasta 1 3/8"	1.00	0.002000	1,999.56	4.00
3	Equipo menor para cabilla y malla soldada	1.00	1.000000	1.59	1.59
4	Camion ford f- 350 estacas	0.25	0.003479	40,683.45	35.38
Total Equipos:					50.54
Costo Unitarios Equipos:					0.11

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro cabillero	0.25	6.50	1.50	1.63	0.38
2	Cabillero de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Cabillero de 2da	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
4	Ayudante	3.00	3.50	1.50	10.50	4.50
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	0.25	4.50	1.50	1.13	0.38
SubTotal Mano de Obra:					27.26	9.76
547.00 Prestaciones Sociales:					149.11	0.00
Total General Mano de Obra:					186.13	
Costo Unitario de Mano de Obra:					0.41	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					5.42	
15.00 Administración y Gastos Generales:					0.81	
SUBTOTAL B:					6.23	
10.00 Imprevisto Utilidad:					0.62	

	SUBTOTAL C:	6.85
0.00	Financiamiento:	0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	6.85
0.00	Impuesto (I.V.A.):	0.00
0.00	Otros Impuestos:	0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):	6.85

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 5

Descripción: ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN CABEZALES DE PILOTES, BASES Y ESCALONES, PEDESTALES, VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES, FUNDACIONES DE PARED, VIGAS DE FUNDACION Y BASES DE PAVIMENTO

Rendimiento: 30.000000

Código: E341010110

Unidad: m2

Cantidad: 31.20

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Madera de aurora cepillada	m3	0.0200	10.00	299.78	6.60
2	Madera a la medida saqui-saqui	m3	0.0025	10.00	360.18	0.99
3	Aceite para formaleta de encofrados	lt	0.1890	5.00	2.88	0.57
4	Clavos de acero ranurado robusto #	kgf	0.1500	5.00	8.64	1.36
5	Clavo comun con cabeza p/encofrado #	kgf	0.1500	5.00	6.34	1.00
6	Costo agregado transporte	m3	0.0125	0.00	1.20	0.02
Total Materiales:						10.54

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Equipos para carpintería	1.00	1.000000	1.40	1.40
2	Camion ford f- 350 estacas	0.25	0.003479	40,683.45	35.38
Total Equipos:					36.78
Costo Unitarios Equipos:					1.23

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro carpintero de 1ra	0.25	6.50	1.50	1.63	0.38
2	Carpintero de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
3	Carpintero de 2da	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
4	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	0.25	4.50	1.50	1.13	0.38
SubTotal Mano de Obra:					18.76	6.76
547.00	Prestaciones Sociales:				102.62	0.00
Total General Mano de Obra:					128.14	
Costo Unitario de Mano de Obra:					4.27	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					16.04	
15.00	Administración y Gastos Generales:				2.41	
SUBTOTAL B:					18.45	
10.00	Imprevisto Utilidad:				1.85	
SUBTOTAL C:					20.30	
0.00	Financiamiento:				0.00	

PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	20.30
0.00 Impuesto (I.V.A.):	0.00
0.00 Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (\$):	20.30

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 8

Descripción: CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES Y FUNDACIONES DE PARED.

Rendimiento: 8.000000

Código: E325000125

Unidad: m3

Cantidad: 4.91

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Concreto premezclado f'c 250 kg/cm2 as normal #	m3	1.0000	2.00	158.05	161.21
2	Flete / transporte de concreto premezclado	m3	1.0000	0.00	8.64	8.64
Total Materiales:						169.85

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Vibrador a gasolina para concreto	2.00	1.000000	13.99	27.98
2	Carreton	2.00	1.000000	113.14	226.28
3	Cepillo albañileria tipo palustra, mango plastico	2.00	0.090000	12.00	2.16
Total Equipos:					256.42
Costo Unitarios Equipos:					32.05

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	0.50	8.00	1.50	4.00	0.75
2	Albañil de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
3	Obrero de 1ra	9.00	3.00	1.50	27.00	13.50
SubTotal Mano de Obra:					36.00	15.75
547.00 Prestaciones Sociales:					196.92	0.00
Total General Mano de Obra:						248.67
Costo Unitario de Mano de Obra:						31.08
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:						232.98
15.00 Administración y Gastos Generales:						34.95
SUBTOTAL B:						267.93
10.00 Imprevisto Utilidad:						26.79
SUBTOTAL C:						294.72
0.00 Financiamiento:						0.00
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:						294.72
0.00 Impuesto (I.V.A.):						0.00
0.00 Otros Impuestos:						0.00
PRECIO UNITARIO (\$):						294.72

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 10

Descripción: CARGA A MANO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LAS EXCAVACIONES PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS, U OTROS.

Rendimiento: 30.000000

Código: E313110000

Unidad: m3

Cantidad: 14.78

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
			0.0000	0.00	0.00	0.00
Total Materiales:						0.00

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Juego de pala, pico y carretilla	5.00	#####	8.00	40.00
Total Equipos:					40.00
Costo Unitarios Equipos:					1.33

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 2da	0.20	6.50	1.50	1.30	0.30
2	Caporal	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
3	Obrero de 1ra	10.00	3.00	1.50	30.00	15.00
SubTotal Mano de Obra:					35.30	16.80
547.00 Prestaciones Sociales:					193.09	0.00
Total General Mano de Obra:					245.19	
Costo Unitario de Mano de Obra:					8.17	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					9.50	
15.00 Administración y Gastos Generales:					1.43	
SUBTOTAL B:					10.93	
10.00 Imprevisto Utilidad:					1.09	
SUBTOTAL C:					12.02	
0.00 Financiamiento:					0.00	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					12.02	
0.00 Impuesto (I.V.A.):					0.00	
0.00 Otros Impuestos:					0.00	
PRECIO UNITARIO (\$):					12.02	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 1

Descripción: ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN COLUMNAS.

Rendimiento: 22.000000

Código: E342010111

Unidad: m2

Cantidad: 122.40

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Madera de aurora cepillada	m3	0.0100	10.00	299.78	3.30
2	Madera a la medida saqui-saqui	m3	0.0100	10.00	360.18	3.96
3	Puntales de madera para encofrado	m3	0.0040	10.00	218.96	0.96
5	Aceite para formaleta de encofrados	lt	0.1000	5.00	2.88	0.30
6	Clavos de acero ranurado robusto #	kgf	0.2500	5.00	8.64	2.27
7	Clavo comun con cabeza p/encofrado #	kgf	0.2500	5.00	6.34	1.66
7	Costo agregado transporte	m3	0.0200	0.00	1.20	0.02
Total Materiales:						12.47

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Equipos para carpinteria	1.00	0.006272	168.48	1.06
2	Camion ford f- 350 estacas	1.00	0.002091	46,389.66	97.00
3	Andamio tubular de un cuerpo	2.00	0.003200	263.94	1.69
Total Equipos:					99.75
Costo Unitarios Equipos:					4.53

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Carpintero de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Carpintero de 2da	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
4	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	1.00	4.50	1.50	4.50	1.50
6	Obrero de 1ra	2.00	3.00	1.50	6.00	3.00
SubTotal Mano de Obra:					39.50	13.50
547.00	Prestaciones Sociales:				216.07	0.00
Total General Mano de Obra:					269.07	
Costo Unitario de Mano de Obra:					12.23	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					29.23	
15.00	Administración y Gastos Generales:				4.38	
SUBTOTAL B:					33.61	
10.00	Imprevisto Utilidad:				3.36	
SUBTOTAL C:					36.97	
0.00	Financiamiento:				0.00	

PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	36.97
0.00 Impuesto (I.V.A.):	0.00
0.00 Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (\$):	36.97

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 2

Descripción: ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN LOSAS, INCLUYENDO MACIZADOS.

Rendimiento: 26.000000

Código: E342010113

Unidad: m2

Cantidad: 152.00

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Madera de aurora cepillada	m3	0.0040	10.00	299.78	1.32
2	Puntales de madera para encofrado	m3	0.0020	10.00	218.96	0.48
3	Madera a la medida saqui-saqui	m3	0.0120	10.00	360.18	4.75
4	Aceite para formaleta de encofrados	lt	0.1800	5.00	2.88	0.54
5	Clavos de acero ranurado robusto #	kgf	0.2500	5.00	8.64	2.27
6	Clavo comun con cabeza p/encofrado #	kgf	0.2500	5.00	6.34	1.66
7	Costo agregado transporte	m3	0.0180	0.00	1.20	0.02
Total Materiales:						11.04

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Andamio tubular de un cuerpo	4.00	0.003200	263.94	3.38
2	Equipos para carpinteria	1.00	0.006272	168.48	1.06
3	Camion ford f- 350 estacas	0.25	0.002091	46,389.66	24.25
Total Equipos:					28.69
Costo Unitarios Equipos:					1.10

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	0.25	8.00	1.50	2.00	0.38
2	Carpintero de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
3	Carpintero de 2da	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
4	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	0.25	4.50	1.50	1.13	0.38
6	Obrero de 1ra	2.00	3.00	1.50	6.00	3.00
SubTotal Mano de Obra:					25.13	9.76
547.00		Prestaciones Sociales:			137.46	0.00
Total General Mano de Obra:					172.35	
Costo Unitario de Mano de Obra:					6.63	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					18.77	
15.00 Administración y Gastos Generales:					2.82	
SUBTOTAL B:					21.59	
10.00 Imprevisto Utilidad:					2.16	
SUBTOTAL C:					23.75	
0.00 Financiamiento:					0.00	

PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:

23.75

0.00 Impuesto (I.V.A.):

0.00

0.00 Otros Impuestos:

0.00

PRECIO UNITARIO (\$):

23.75

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 3

Descripción: ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN VIGAS DE CARGA

Rendimiento: 26.000000

Código: E342010112

Unidad: m2

Cantidad: 78.10

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Madera de aurora cepillada	m3	0.0050	10.00	299.78	1.65
2	Puntales de madera para encofrado	m3	0.0060	10.00	218.96	1.45
3	Madera a la medida saqui-saqui	m3	0.0100	10.00	360.18	3.96
4	Aceite para formaleta de encofrados	lt	0.1000	5.00	2.88	0.30
5	Clavo comun con cabeza p/encofrado #	kgf	0.2500	5.00	6.34	1.66
6	Clavos de acero ranurado robusto #	kgf	0.1000	5.00	8.64	0.91
7	Costo agregado transporte	m3	0.0220	0.00	1.20	0.03
Total Materiales:						9.96

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Andamio tubular de un cuerpo	2.00	0.003200	263.94	1.69
2	Equipos para carpinteria	1.00	0.006272	168.48	1.06
3	Camion ford f- 350 estacas	0.25	0.002091	46,389.66	24.25
Total Equipos:					27.00
Costo Unitarios Equipos:					1.04

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	0.25	8.00	1.50	2.00	0.38
2	Carpintero de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
3	Carpintero de 2da	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
4	Ayudante	1.00	3.50	1.50	3.50	1.50
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	0.25	4.50	1.50	1.13	0.38
SubTotal Mano de Obra:					15.63	5.26
547.00	Prestaciones Sociales:				85.50	0.00
Total General Mano de Obra:					106.39	
Costo Unitario de Mano de Obra:					4.09	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					15.09	
15.00	Administración y Gastos Generales:				2.26	
SUBTOTAL B:					17.35	
10.00 Imprevisto Utilidad:					1.74	
SUBTOTAL C:					19.09	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					19.09	
PRECIO UNITARIO (\$):					19.09	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 4

Descripción: CONCRETO DE F'c 210 kgf/cm² A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE COLUMNAS RECTANGULARES.

Rendimiento: 20.000000

Código: E331100121

Unidad: m³

Cantidad: 11.13

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Concreto premezclado f'c 210 kg/cm ² as normal #	m ³	1.0000	2.00	144.07	146.95
2	Flete / transporte de concreto premezclado	m ³	1.0000	0.00	8.64	8.64
Total Materiales:						155.59

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Vibrador a gasolina 5 hp l=5 m manguera/cabezal	1.00	0.009000	1,234.32	11.11
2	Carreton	1.00	1.000000	113.14	113.14
3	Pala con cabo de madera bellota o similar	2.00	0.034000	24.00	1.63
4	Tobo plastico de albañil	6.00	0.067000	9.92	3.99
5	Andamio tubular de un cuerpo	1.00	0.003200	263.94	0.84
Total Equipos:					130.71
Costo Unitarios Equipos:					6.54

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Obrero de 1ra	10.00	3.00	1.50	30.00	15.00
3	Albañil de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
SubTotal Mano de Obra:					48.00	19.50
547.00 Prestaciones Sociales:					262.56	0.00
Total General Mano de Obra:					330.06	16.50
Costo Unitario de Mano de Obra:					16.50	178.63
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					178.63	26.79
15.00 Administración y Gastos Generales:					26.79	205.42
SUBTOTAL B:					205.42	20.54
10.00 Imprevisto Utilidad:					20.54	225.96
SUBTOTAL C:					225.96	0.00
0.00 Financiamiento:					0.00	225.96
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					225.96	225.96
PRECIO UNITARIO (\$):					225.96	225.96

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 5

Descripción: CONCRETO DE Fc 210 kgf/cm² A LOS 28 DIAS, ACABADO OBRA LIMPIA, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE CARGA Y MACIZADOS.

Rendimiento: 11.000000

Código: E332000220

Unidad: m³

Cantidad: 8.52

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Concreto premezclado f'c 210 kg/cm ² as. normal #	m3	1.0000	2.00	144.07	146.95
2	Flete / transporte de concreto premezclado	m3	1.0000	0.00	8.64	8.64
3	Juego de lijas (materiales)	jgo	1.0000	5.00	9.02	9.47
Total Materiales:						165.06

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Winche cabrestante con motor electrico	1.00	1.000000	71.98	71.98
2	Carreton	2.00	1.000000	113.14	226.28
3	Vibrador cabezal d= 48 mm, electrico, l=4m	2.00	0.015800	719.84	22.75
4	Pala con cabo de madera bellota o similar	3.00	0.034000	24.00	2.45
5	Tobo plastico cap= 10 lt de albañileria	4.00	0.070000	9.59	2.69
6	Equipo de albañileria	1.00	1.000000	8.00	8.00
7	Andamio tubular de un cuerpo	2.00	0.003200	263.94	1.69
Total Equipos:					335.84
Costo Unitarios Equipos:					30.53

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	0.50	8.00	1.50	4.00	0.75
2	Güincherero	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
3	Albañil de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
4	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
5	Obrero de 1ra	8.00	3.00	1.50	24.00	12.00
SubTotal Mano de Obra:					49.00	20.25
547.00 Prestaciones Sociales:					268.03	0.00
Total General Mano de Obra:					337.28	
Costo Unitario de Mano de Obra:					30.66	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					226.25	
15.00 Administración y Gastos Generales:					33.94	
SUBTOTAL B:					260.19	
10.00 Imprevisto Utilidad:					26.02	

	SUBTOTAL C:	286.21
0.00	Financiamiento:	0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	286.21
0.00	Impuesto (I.V.A.):	0.00
0.00	Otros Impuestos:	0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):	286.21

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 6

Descripción: LOSA NERVADA EN UNA DIRECCION, E=25 cm CON CONCRETO F'c 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS.

Rendimiento: 110.000000

Código: E333125125

Unidad: m2

Cantidad: 152.00

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Concreto premezclado f'c 210 kg/cm2 as normal #	m3	0.0900	2.00	144.07	13.23
2	Flete / transporte de concreto premezclado	m3	0.0900	0.00	8.64	0.78
3	Bloque arcilla platabanda 20x20x40 8/m2 p=7.8kg #	pza	10.0000	5.00	0.57	5.99
Total Materiales:						20.00

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Winche cabrestante con motor electrico	1.00	1.000000	71.98	71.98
2	Carreton	4.00	1.000000	113.14	452.56
3	Vibrador cabezal d= 48 mm, electrico, l=4m	2.00	0.015800	719.84	22.75
4	Pala con cabo de madera bellota o similar	3.00	0.034000	24.00	2.45
5	Equipo de albañileria	1.00	1.000000	8.00	8.00
Total Equipos:					557.74
Costo Unitarios Equipos:					5.07

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Albañil de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
4	Obrero de 1ra	4.00	3.00	1.50	12.00	6.00
5	Güincherо	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
SubTotal Mano de Obra:					41.00	15.00
547.00 Prestaciones Sociales:					224.27	0.00
Total General Mano de Obra:					280.27	
Costo Unitario de Mano de Obra:					2.55	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					27.62	
15.00 Administración y Gastos Generales:					4.14	
SUBTOTAL B:					31.76	
10.00 Imprevisto Utilidad:					3.18	
SUBTOTAL C:					34.94	
0.00 Financiamiento:					0.00	

PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:

34.94

0.00 Impuesto (I.V.A.):

0.00

0.00 Otros Impuestos:

0.00

PRECIO UNITARIO (\$):

34.94

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 7

Descripción: SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLAS NO.4 A NO.7 (1/2" A 7/8") PARA SUPERESTRUCTURA

Rendimiento: 1,000.000000

Código: E352120210

Unidad: kgf

Cantidad: 4,301.44

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Cabilla estriada n60 fy=4200k/cm2 #	kgf	1.0000	5.00	2.92	3.07
2	Alambre liso galvanizado calibre n° 18	kgf	0.0200	5.00	8.83	0.19
3	Manejo, almacenamiento y caleteo interno	kgf	1.0500	0.00	0.36	0.38
4	Costo agregado de transporte	kgf	1.0500	0.00	1.20	1.26
Total Materiales:						4.90

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Cortadora automatica de cabilla hasta d=1"	1.00	0.004000	2,356.69	9.43
2	Dobladora automatica de cabilla hasta 1 3/8"	1.00	0.002000	1,999.56	4.00
3	Equipo menor para cabilla y malla soldada	1.00	1.000000	1.59	1.59
4	Camion ford f- 350 estacas	0.25	0.003479	40,683.45	35.38
Total Equipos:					50.40
Costo Unitarios Equipos:					0.05

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro cabillero	1.00	6.50	1.50	6.50	1.50
2	Cabillero de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Cabillero de 2da	2.00	4.00	1.50	8.00	3.00
4	Ayudante	4.00	3.50	1.50	14.00	6.00
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	0.25	4.50	1.50	1.13	0.38
SubTotal Mano de Obra:					39.63	13.88
547.00 Prestaciones Sociales:					216.78	0.00
Total General Mano de Obra:					270.29	
Costo Unitario de Mano de Obra:					0.27	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					5.22	
15.00 Administración y Gastos Generales:					0.78	
SUBTOTAL B:					6.00	
10.00 Imprevisto Utilidad:					0.60	
SUBTOTAL C:					6.60	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					6.60	
PRECIO UNITARIO (\$):					6.60	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA CONCRETO

Part. No.: 8

Descripción: SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO Fy 4200 kgf/cm², UTILIZANDO CABILLAS IGUAL O MENOR AL NO.3 (3/8") PARA SUPERESTRUCTURA

Rendimiento: 1,100.000000

Código: E352110210

Unidad: kgf

Cantidad: 840.18

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Cabilla estriada n60 fy=4200k/cm2 #	kgf	1.0000	5.00	2.92	3.07
2	Alambre liso galvanizado calibre n° 18	kgf	0.0200	5.00	8.83	0.19
3	Manejo, almacenamiento y caleteo interno	kgf	1.0500	0.00	0.36	0.38
4	Costo agregado de transporte	kgf	1.0500	0.00	1.20	1.26
Total Materiales:						4.90

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Cortadora automatica de cabilla hasta d=1"	1.00	0.004000	2,356.69	9.43
2	Dobladora automatica de cabilla hasta 1 3/8"	1.00	0.002000	1,999.56	4.00
3	Equipo menor para cabilla y malla soldada	1.00	1.000000	1.59	1.59
4	Camion ford f- 350 estacas	0.25	0.003479	40,683.45	35.38
Total Equipos:					50.40
Costo Unitarios Equipos:					0.05

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro cabillero	1.00	6.50	1.50	6.50	1.50
2	Cabillero de 1ra	4.00	5.00	1.50	20.00	6.00
3	Cabillero de 2da	2.00	4.00	1.50	8.00	3.00
4	Ayudante	6.00	3.50	1.50	21.00	9.00
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	0.25	4.50	1.50	1.13	0.38
SubTotal Mano de Obra:					56.63	19.88
547.00 Prestaciones Sociales:					309.77	0.00
Total General Mano de Obra:					386.28	
Costo Unitario de Mano de Obra:					0.35	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					5.30	
15.00 Administración y Gastos Generales:					0.80	
SUBTOTAL B:					6.10	
10.00 Imprevisto Utilidad:					0.61	
SUBTOTAL C:					6.71	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					6.71	
PRECIO UNITARIO (\$):					6.71	

APÉNDICE E: CÓMPUTOS MÉTRICOS. MODELO MIXTO

CÓMPUTOS MÉTRICOS PARA OBRA DE INFRAESTRUCTURA

Part No.	Código COVENIN	Descripción	Unidad	N° PARTES	DIMENSIONES			PESO UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
					AREA		ALTO			
					LARGO	ANCHO				
1	E311110150	EXCAVACION EN TIERRA A MANO PARA ASIEN TO DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS, HASTA PROFUNDIDADES COMPRENDIDAS ENTRE 0.00 Y 1.50 M.	m3							
		Fundación tipo 1		2.00	1.00	1.00	1.50		3.00	
		Fundación tipo 2		4.00	0.90	0.90	1.50		4.86	
		Fundación tipo 3		8.00	0.70	0.70	1.50		5.88	
		Viga de arriost ra VR1		6.00	4.00	0.20	0.35		1.68	
		Viga de arriost ra VR2		10.00	3.50	0.20	0.30		2.10	
		VIGA DE ARRIOST RA VR3		4.00	3.00	0.15	0.25		0.45	
2	E319100000	CONSTRUCCION DE BASE DE PIEDRA PICADA CORRESPONDIENTE A OBRAS PREPARATIVAS. INCLUYE EL SUMINISTRO Y TRANSPORTE DEL MATERIAL HASTA UNA DISTANCIA DE 50 km.	m3							
		Fundación tipo 1		2.00	1.00	1.00	0.05		0.10	
		Fundación tipo 2		4.00	0.90	0.90	0.05		0.16	
		Fundación tipo 3		8.00	0.70	0.70	0.05		0.20	
		Viga de arriost ra VR1		6.00	4.00	0.20	0.05		0.24	
		Viga de arriost ra VR2		10.00	3.50	0.20	0.05		0.35	
		Viga de arriost ra VR3		4.00	3.00	0.15	0.05		0.09	

3	E351110210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA IGUAL O MENOR DEL N° 3 (DIAMETRO 3/8") PARA INFRAESTRUCTURA	kgf							
		Viga de arriostra VR1		6.00	22.26			0.56	74.66	203.81
		Viga de arriostra VR2		10.00	18.24				101.96	
		Viga de arriostra VR3		4.00	12.16				27.19	
4	E351120210	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA NO.4 A NO.7 (1/2" A 7/8"), PARA INFRAESTRUCTURA	kgf							
		Fundación tipo 1		2.00	22.40			0.99	44.53	858.16
		Fundación tipo 2		4.00	18.20				72.36	
		Fundación tipo 3		8.00	13.20				104.97	
		Viga de arriostra VR1		6.00	25.80				153.87	
		Viga de arriostra VR2		10.00	22.80				226.63	
		Viga de arriostra VR3		4.00	13.20				52.48	
		Pedestal F1		2.00	6.80				13.52	
					7.81				15.53	
		Pedestal F2		4.00	6.80				27.04	
					7.81				31.05	
		Pedestal F3		8.00	6.80				54.07	
					7.81				62.11	

5	E341010110	ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN CABEZALES DE PILOTES, BASES Y ESCALONES, PEDESTALES, VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES, FUNDACIONES DE PARED, VIGAS DE FUNDACION Y BASES DE PAVIMENTO	m2							
		Pedestal F1		2.00		0.80	1.20		1.92	13.44
		Pedestal F2		4.00		0.80	1.20		3.84	
		Pedestal F3		8.00		0.80	1.20		7.68	
6	E323000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE BASES Y ESCALONES.	m3							
		Fundación tipo 1		2.00	1.00	1.00	0.30		0.60	2.75
		Fundación tipo 2		4.00	0.90	0.90	0.30		0.97	
		Fundación tipo 3		8.00	0.70	0.70	0.30		1.18	
7	E324000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE PEDESTALES.	m3							
		Pedestal F1		2.00	0.20	0.20	1.20		0.10	0.67
		Pedestal F2		4.00	0.20	0.20	1.20		0.19	
		Pedestal F3		8.00	0.20	0.20	1.20		0.38	

8	E325000125	CONCRETO DE F'c 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES Y FUNDACIONES DE PARED.	m3							
		Viga de arriostra vr1		6.00	4.00	0.20	0.35		1.68	4.23
		Viga de arriostra VR2		10.00	3.50	0.20	0.30		2.10	
		Viga de arriostra VR3		4.00	3.00	0.15	0.25		0.45	
9	E317000000	COMPACTACION DE RELLENOS CON APISONADORES DE PERCUSION, CORRESPONDIENTE A LOS ASIENTOS DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS.	m3							
		Fundación tipo 1							2.30	10.32
		Fundación tipo 2							3.70	
		Fundación tipo 3							4.32	
10	E313110000	CARGA A MANO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LAS EXCAVACIONES PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS, U OTROS.	m3							
		Fundación tipo 1							0.70	7.65
		Fundación tipo 2							1.16	
		Fundación tipo 3							1.56	
		Viga de arriostra VR1		6.00	4.00	0.20	0.35		1.68	
		Viga de arriostra VR2		10.00	3.50	0.20	0.30		2.10	
		Viga de arriostra VR3		4.00	3.00	0.15	0.25		0.45	

CÓMPUTOS MÉTRICOS PARA OBRA DE SUPERESTRUCTURA

Part No.	Código COVENIN	Descripción	Unidad	N° PARTES	DIMENSIONES			PESO UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL
					AREA		ALTO			
					LARGO	ANCHO				
1	E361 S/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 120 X 120 X 4 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf							
		Columnas Tipo 1		22.00	3.00			14.14	933.24	933.24
2	E361 S/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 135 X 135 X 4.3 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf							
		Columnas Tipo 2		6.00	3			17.15	308.7	308.7
3	E361 S/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 90 X 90 X 2.5 MM. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf							
		Ariostramientos Piso 2		6.00	4.25				170.85	
				6.00	5		6.7		201	495.13
				4.00	4.6				123.28	

7	E361 S/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 220 X 90 X 4.5 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS								
		Vigas Principales P2 3m		4.00	3			20.72	248.64	745.92
		Vigas Principales P2 4m		6.00	4				497.28	
8	E361 S/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 120 X 60 X 2.5 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf							
		Correas Techo		5.00	9.50			6.7	318.25	388.6
				3.00	3.50				70.35	
9	E361 S/C	SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 140 X 60 X 3 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS	kgf							
		Correas Entrepiso		3.00	9.50			8.89	253.365	746.76
				2.00	6.50				115.57	
				3.00	3.50				93.345	

		Vigas Secundaria P2 3.5m		4.00	3.50				124.46	
		Vigas Secundaria P2 3m		6.00	3.00				160.02	
10	E333 S/C	LOSA DE CONCRETO F'c 250 kg/cm2, ENCOFRADO COLABORANTE LOSACERO O SIMILAR, PESO= 6.02 KG/M2, SECCION 36/15, H= 38 mm, CALIBRE 24, CONCRETO E= 6 cm SOBRE LA CRESTA, PERALTE TOTAL DE LA LOSA 9.81 cm. NO INCLUYE MALLA PARA RETRACCION NI TAPAS LATERALES	m2							
		Losa Techo		1.00	7.00	9.50			66.5	152
				1.00	4.00	3.50			14	
		Losa Entrepiso		1.00	4.00	9.50			38	
				1.00	3.00	6.50			19.5	
				1.00	4.00	3.50			14	
11	ES/C	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA DE ACERO PARA SUPERESTRUCTURA.	kgf							
		Losa Techo		1.00	7.00	9.50		1.9	126.35	288.8
				1.00	4.00	3.50			26.6	
		Losa Entrepiso		1.00	4.00	9.50			72.2	
				1.00	3.00	6.50			37.05	
				1.00	4.00	3.50			26.6	

APÉNDICE F: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS. MODELO MIXTO

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 1

Descripción: EXCAVACION EN TIERRA A MANO PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS, HASTA PROFUNDIDADES COMPRENDIDAS ENTRE 0.00 Y 1.50 M.

Rendimiento: 8.000000

Código: E311110150

Unidad: m3

Cantidad: 17.97

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
			0.0000	0.00	0.00	0.00
Total Materiales:						0.00

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Juego de pala, pico y carretilla	4.00	1.000000	8.00	32.00
Total Equipos:					32.00
Costo Unitarios Equipos:					4.00

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 2da	0.20	6.50	1.50	1.30	0.30
2	Caporal	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
3	Obrero de 1ra	6.00	3.00	1.50	18.00	9.00
SubTotal Mano de Obra:					23.30	10.80
547.00 Prestaciones Sociales:					127.45	0.00
Total General Mano de Obra:					161.55	
Costo Unitario de Mano de Obra:					20.19	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					24.19	
15.00 Administración y Gastos Generales:					3.63	
SUBTOTAL B:					27.82	
10.00 Imprevisto Utilidad:					2.78	
SUBTOTAL C:					30.60	
0.00 Financiamiento:					0.00	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					30.60	
0.00 Impuesto (I.V.A.):					0.00	
0.00 Otros Impuestos:					0.00	
PRECIO UNITARIO (\$):					30.60	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 2

Descripción: CONSTRUCCION DE BASE DE PIEDRA PICADA CORRESPONDIENTE A OBRAS PREPARATIVAS. INCLUYE EL SUMINISTRO Y TRANSPORTE DEL MATERIAL HASTA UNA DISTANCIA DE 50 km.

Rendimiento: 70.000000

Código: E319100000

Unidad: m3

Cantidad: 1.14

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Piedra picada para concreto #	m3	1.0000	5.00	47.55	49.93
2	Costo transporte agregados max 50km	m3	1.0000	0.00	7.63	7.63
Total Materiales:						57.56

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Minicargador minishovel bobcat 763 (0,38 m3)	1.00	0.003778	23,848.92	90.10
2	Compactadora de rodillo cat 214 c	1.00	0.002042	59,376.80	121.25
3	Camioneta ford f-150	0.50	0.003956	27,356.11	54.11
Total Equipos:					265.46
Costo Unitarios Equipos:					3.79

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	0.50	8.00	1.50	4.00	0.75
2	Caporal de equipo	1.00	6.50	1.50	6.50	1.50
3	Operador de equipo liviano	2.00	4.00	1.50	8.00	3.00
4	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
5	Obrero de 1ra	2.00	3.00	1.50	6.00	3.00
6	Chofer de 3ra (hasta 3 ton)	0.50	4.00	1.50	2.00	0.75
SubTotal Mano de Obra:					33.50	12.00
547.00 Prestaciones Sociales:					183.25	0.00
Total General Mano de Obra:					228.75	
Costo Unitario de Mano de Obra:					3.27	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					64.62	
15.00 Administración y Gastos Generales:					9.69	
SUBTOTAL B:					74.31	
10.00 Imprevisto Utilidad:					7.43	
SUBTOTAL C:					81.74	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					81.74	
0.00 Impuesto (I.V.A.):					0.00	
PRECIO UNITARIO (\$):					81.74	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 3

Descripción: SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm², UTILIZANDO CABILLA IGUAL O MENOR DEL N° 3 (DIAMETRO 3/8") PARA INFRAESTRUCTURA

Rendimiento: 450.000000

Código: E351110210

Unidad: kgf

Cantidad: 203.81

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Cabilla estriada n60 fy=4200k/cm2 #	kgf	1.0000	5.00	2.92	3.07
2	Alambre liso galvanizado calibre n° 18	kgf	0.0200	5.00	8.83	0.19
3	Manejo, almacenamiento y caleteo interno	kgf	1.0500	0.00	0.36	0.38
4	Costo agregado de transporte	kgf	1.0500	0.00	1.20	1.26
Total Materiales:						4.90

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Cortadora automatica de cabilla hasta d=1"	1.00	0.004000	2,356.69	9.43
2	Dobladora automatica de cabilla hasta 1 3/8"	1.00	0.002000	1,999.56	4.00
3	Equipo menor para cabilla y malla soldada	1.00	1.000000	1.59	1.59
4	Camion ford f- 350 estacas	0.25	0.003479	40,683.45	35.38
Total Equipos:					50.40
Costo Unitarios Equipos:					0.11

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro cabillero	1.00	6.50	1.50	6.50	1.50
2	Cabillero de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Ayudante	4.00	3.50	1.50	14.00	6.00
4	Cabillero de 2da	2.00	4.00	1.50	8.00	3.00
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	0.25	4.50	1.50	1.13	0.38
SubTotal Mano de Obra:					39.63	13.88
547.00 Prestaciones Sociales:					216.78	0.00
Total General Mano de Obra:					270.29	
Costo Unitario de Mano de Obra:					0.60	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					5.61	
15.00 Administración y Gastos Generales:					0.84	
SUBTOTAL B:					6.45	
10.00 Imprevisto Utilidad:					0.65	
SUBTOTAL C:					7.10	
0.00 Financiamiento:					0.00	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					7.10	
0.00 Impuesto (I.V.A.):					0.00	
PRECIO UNITARIO (\$):					7.10	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 4

Descripción: SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA NO.4 A NO.7 (1/2" A 7/8"), PARA INFRAESTRUCTURA

Rendimiento: 450.000000

Código: E351120210

Unidad: kgf

Cantidad: 858.16

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Cabilla estriada n60 fy=4200k/cm2 #	kgf	1.0000	5.00	2.92	3.07
2	Alambre liso galvanizado calibre n° 18	kgf	0.0200	5.00	8.83	0.19
3	Manejo, almacenamiento y caleteo interno	kgf	1.0500	0.00	0.36	0.38
4	Costo agregado de transporte	kgf	1.0500	0.00	1.20	1.26
Total Materiales:						4.90

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Cortadora automatica de cabilla hasta d=1 3/8"	1.00	0.003000	3,188.47	9.57
2	Dobladora automatica de cabilla hasta 1 3/8"	1.00	0.002000	1,999.56	4.00
3	Equipo menor para cabilla y malla soldada	1.00	1.000000	1.59	1.59
4	Camion ford f- 350 estacas	0.25	0.003479	40,683.45	35.38
Total Equipos:					50.54
Costo Unitarios Equipos:					0.11

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro cabillero	0.25	6.50	1.50	1.63	0.38
2	Cabillero de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Cabillero de 2da	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
4	Ayudante	3.00	3.50	1.50	10.50	4.50
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	0.25	4.50	1.50	1.13	0.38
SubTotal Mano de Obra:					27.26	9.76
547.00	Prestaciones Sociales:				149.11	0.00
Total General Mano de Obra:					186.13	
Costo Unitario de Mano de Obra:					0.41	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					5.42	
15.00	Administración y Gastos Generales:				0.81	
SUBTOTAL B:					6.23	
10.00	Imprevisto Utilidad:				0.62	
SUBTOTAL C:					6.85	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					6.85	
PRECIO UNITARIO (\$):					6.85	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 5

Descripción: ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN CABEZALES DE PILOTES, BASES Y ESCALONES, PEDESTALES, VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES, FUNDACIONES DE PARED, VIGAS DE FUNDACION Y BASES DE PAVIMENTO

Rendimiento: 30.000000

Código: E341010110

Unidad: m2

Cantidad: 13.44

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Madera de aurora cepillada	m3	0.0200	10.00	299.78	6.60
2	Madera a la medida saqui-saqui	m3	0.0025	10.00	360.18	0.99
3	Aceite para formaleta de encofrados	lt	0.1890	5.00	2.88	0.57
4	Clavos de acero ranurado robusto #	kgf	0.1500	5.00	8.64	1.36
5	Clavo comun con cabeza p/encofrado #	kgf	0.1500	5.00	6.34	1.00
6	Costo agregado transporte	m3	0.0125	0.00	1.20	0.02
Total Materiales:						10.54

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Equipos para carpinteria	1.00	1.000000	1.40	1.40
2	Camion ford f- 350 estacas	0.25	0.003479	40,683.45	35.38
Total Equipos:					36.78
Costo Unitarios Equipos:					1.23

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro carpintero de 1ra	0.25	6.50	1.50	1.63	0.38
2	Carpintero de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
3	Carpintero de 2da	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
4	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
5	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	0.25	4.50	1.50	1.13	0.38
SubTotal Mano de Obra:					18.76	6.76
547.00 Prestaciones Sociales:					102.62	0.00
Total General Mano de Obra:					128.14	
Costo Unitario de Mano de Obra:					4.27	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					16.04	
15.00 Administración y Gastos Generales:					2.41	
SUBTOTAL B:					18.45	
10.00 Imprevisto Utilidad:					1.85	
SUBTOTAL C:					20.30	
0.00 Financiamiento:					0.00	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					20.30	
PRECIO UNITARIO (\$):					20.30	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 6

Descripción: CONCRETO DE Fc 250 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE BASES Y ESCALONES.

Rendimiento: 20.000000

Código: E323000125

Unidad: m3

Cantidad: 2.75

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Concreto premezclado f'c 250 kg/cm2 as normal#	m3	1.0000	2.00	158.05	161.21
2	Flete / transporte de concreto premezclado	m3	1.0000	0.00	8.64	8.64
Total Materiales:						169.85

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Vibrador a gasolina para concreto	2.00	1.000000	13.99	27.98
2	Carreton	2.00	1.000000	113.14	226.28
3	Cepillo albañileria tipo palustra, mango plastico	2.00	0.090000	12.00	2.16
Total Equipos:					256.42
Costo Unitarios Equipos:					12.82

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	0.50	8.00	1.50	4.00	0.75
2	Abañil de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
3	Obrero de 1ra	9.00	3.00	1.50	27.00	13.50
SubTotal Mano de Obra:					36.00	15.75
547.00 Prestaciones Sociales:					196.92	0.00
Total General Mano de Obra:					248.67	
Costo Unitario de Mano de Obra:					12.43	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					195.10	
15.00 Administración y Gastos Generales:					29.27	
SUBTOTAL B:					224.37	
10.00 Imprevisto Utilidad:					22.44	
SUBTOTAL C:					246.81	
0.00 Financiamiento:					0.00	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					246.81	
0.00 Impuesto (I.V.A.):					0.00	
PRECIO UNITARIO (\$):					246.81	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 9

Descripción: COMPACTACION DE RELLENOS CON APISONADORES DE PERCUSION, CORRESPONDIENTE A LOS ASIENTOS DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS.

Rendimiento: 70.000000

Código: E317000000

Unidad: m3

Cantidad: 10.32

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
			0.0000	0.00	0.00	0.00
Total Materiales:						0.00

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Compactadora bailarina de pison (aire)	2.00	0.015000	389.76	11.69
2	Compresor atlas copco xa-160	1.00	0.003567	23,405.47	83.49
3	Pala con cabo de madera bellota o similar	8.00	0.034000	24.00	6.53
4	Carretilla cap= 55 lt cauchos de goma	4.00	0.025000	119.97	12.00
5	Manguera plastica d=1/2" l=100 mts (tipo culebra)	2.00	0.008000	75.98	1.22
Total Equipos:					114.93
Costo Unitarios Equipos:					1.64

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 2da	1.00	6.50	1.50	6.50	1.50
2	Operador de equipo liviano	3.00	4.00	1.50	12.00	4.50
3	Ayudante	1.00	3.50	1.50	3.50	1.50
4	Obrero de 1ra	6.00	3.00	1.50	18.00	9.00
SubTotal Mano de Obra:					40.00	16.50
547.00 Prestaciones Sociales:					218.80	0.00
Total General Mano de Obra:					275.30	
Costo Unitario de Mano de Obra:					3.93	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					5.57	
15.00 Administración y Gastos Generales:					0.84	
SUBTOTAL B:					6.41	
10.00 Imprevisto Utilidad:					0.64	
SUBTOTAL C:					7.05	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					7.05	
0.00 Impuesto (I.V.A.):					0.00	
PRECIO UNITARIO (\$):					7.05	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO INFRAESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 10

Descripción: CARGA A MANO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LAS EXCAVACIONES PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS, U OTROS.

Rendimiento: 30.000000

Código: E313110000

Unidad: m3

Cantidad: 7.65

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
			0.0000	0.00	0.00	0.00
Total Materiales:						0.00

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Juego de pala, pico y carretilla	5.00	1.000000	8.00	40.00
Total Equipos:					40.00
Costo Unitarios Equipos:					1.33

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 2da	0.20	6.50	1.50	1.30	0.30
2	Caporal	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
3	Obrero de 1ra	10.00	3.00	1.50	30.00	15.00
SubTotal Mano de Obra:					35.30	16.80
547.00 Prestaciones Sociales:					193.09	0.00
Total General Mano de Obra:					245.19	
Costo Unitario de Mano de Obra:					8.17	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					9.50	
15.00 Administración y Gastos Generales:					1.43	
SUBTOTAL B:					10.93	
10.00 Imprevisto Utilidad:					1.09	
SUBTOTAL C:					12.02	
0.00 Financiamiento:					0.00	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					12.02	
0.00 Impuesto (I.V.A.):					0.00	
0.00 Otros Impuestos:					0.00	
PRECIO UNITARIO (\$):					12.02	

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 1

Descripción: SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 120 X 120 X 4 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS

Rendimiento: 750.000000

Código: E361 S/C

Unidad: kgf

Cantidad: 933.24

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Perfil conduven eco 120 x 120 x 4mm 14.14 k/m	kgf	1.0000	3.00	3.17	3.27
2	Electrodo r10 e6013 x 350 mm rutílico #	kgf	0.0200	5.00	8.72	0.18
3	Bombona de oxígeno industrial (contenido)	cil	0.0040	2.00	56.18	0.23
4	Bombona del gas acetileno (contenido)	cil	0.0020	2.00	345.77	0.71
5	Pintura fondo minio anticorrosivo #	gln	0.0190	5.00	71.21	1.42
6	Disco abrasivo para esmeril 7"	pza	0.0050	5.00	11.53	0.06
Total Materiales:						5.87

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Soldadora a gasolina miller	1.00	0.004000	7,515.23	30.06
2	Equipo de oxiacetileno con accesorios	1.00	1.000000	4.11	4.11
3	Esmeril portatil 7" bosch 8500 rpm o sim	1.00	0.035000	279.94	9.80
4	Equipo p/pintar: brocha rodillo y extension	1.00	1.000000	0.80	0.80
5	Cepillo de alambre electrico	1.00	0.030000	203.15	6.09
6	Cepillo de alambre	2.00	0.010000	2.88	0.06
7	Grua hidraulica 20 ton grove rt 420	1.00	0.003000	52,828.23	158.48
8	Camion 350 chevrolet o similar	1.00	0.004000	19,995.54	79.98
Total Equipos:					289.38
Costo Unitarios Equipos:					0.39

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Soldador de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Montador	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
4	Pintor de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
5	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
6	Obrero de 1ra	4.00	3.00	1.50	12.00	6.00
7	Operador de grua (gruero) de 1ra	1.00	7.00	1.50	7.00	1.50
8	Chofer de 3ra (hasta 3 ton)	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
SubTotal Mano de Obra:					63.00	21.00
547.00 Prestaciones Sociales:					344.61	0.00
Total General Mano de Obra:					428.61	
Costo Unitario de Mano de Obra:					0.57	

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	6.83
15.00 Administración y Gastos Generales:	1.02
SUBTOTAL B:	7.85
10.00 Imprevisto Utilidad:	0.79
SUBTOTAL C:	8.64
0.00 Financiamiento:	0.00
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	8.64
0.00 Impuesto (I.V.A.):	0.00
0.00 Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (\$):	8.64

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 2

Descripción: SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 135 X 135 X 4.3 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS

Rendimiento: 530.000000

Código: E361 S/C

Unidad: kgf

Cantidad: 308.70

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Perfil conduven eco 135 x 135 x4.3 mm 17.15 k/m	kgf	1.0000	3.00	3.17	3.27
2	Electrodo r10 e6013 x 350 mm rutílico #	kgf	0.0200	5.00	8.72	0.18
3	Bombona de oxígeno industrial (contenido)	cil	0.0040	2.00	56.18	0.23
4	Bombona del gas acetileno (contenido)	cil	0.0020	2.00	345.77	0.71
5	Pintura fondo minio anticorrosivo #	gln	0.0190	5.00	71.21	1.42
6	Disco abrasivo para esmeril 7"	pza	0.0050	5.00	11.53	0.06
Total Materiales:						5.87

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Soldadora lincoln electrica 220 v - 225 amp	2.00	0.050000	626.26	62.63
2	Equipo de oxiacetileno con accesorios	1.00	1.000000	4.11	4.11
3	Esmeril portatil 7" bosch 8500 rpm o sim	1.00	0.035000	279.94	9.80
4	Equipo p/pintar: brocha rodillo y extension	1.00	1.000000	0.80	0.80
5	Cepillo de alambre electrico	1.00	0.030000	203.15	6.09
6	Cepillo de alambre	2.00	0.010000	2.88	0.06
7	Grua hidraulica 4 ton	1.00	0.002000	3,601.07	7.20
8	Camion 350 chevrolet o similar	1.00	0.004000	19,995.54	79.98
Total Equipos:					170.67
Costo Unitarios Equipos:					0.32

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	MAESTRO DE OBRA DE IRA	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	SOLDADOR DE IRA	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	MONTADOR	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
4	PINTOR DE IRA	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
5	AYUDANTE	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
6	OBRAERO DE IRA	4.00	3.00	1.50	12.00	6.00
7	OPERADOR DE GRUA (GRUERO) DE IRA	1.00	7.00	1.50	7.00	1.50
8	CHOFER DE 3RA (HASTA 3 TON)	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
SubTotal Mano de Obra:					63.00	21.00
547.00 Prestaciones Sociales:					344.61	0.00

	Total General Mano de Obra:	428.61
	Costo Unitario de Mano de Obra:	0.81
	COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	7.00
15.00	Administración y Gastos Generales:	1.05
	SUBTOTAL B:	8.05
10.00	Imprevisto Utilidad:	0.81
	SUBTOTAL C:	8.86
0.00	Financiamiento:	0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	8.86
0.00	Impuesto (I.V.A.):	0.00
0.00	Otros Impuestos:	0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):	8.86

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 3

Descripción: SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 90 X 90 X 2.5 MM. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS

Rendimiento: 530.000000

Código: E361 S/C

Unidad: kgf

Cantidad: 495.13

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Perfil conduven eco 90 x 90 e=2.5 mm 6.7 k/m	kgf	1.0000	3.00	3.17	3.27
2	Bombona de oxigeno industrial (contenido)	cil	0.0040	2.00	56.18	0.23
3	Bombona del gas acetileno (contenido)	cil	0.0020	2.00	345.77	0.71
4	Pintura fondo minio anticorrosivo #	gln	0.0190	5.00	71.21	1.42
5	Disco abrasivo para esmeril 7"	pza	0.0050	5.00	11.53	0.06
6	Electrodo r10 e6013 x 350 mm rutilico #	kgf	0.0200	5.00	8.72	0.18
Total Materiales:						5.87

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	SOLDADORA LINCOLN ELECTRICA 220 V - 225 AMP	2.00	0.050000	626.26	62.63
2	EQUIPO DE OXIACETILENO CON ACCESORIOS	1.00	1.000000	4.11	4.11
3	ESMERIL PORTATIL 7" BOSCH 8500 RPM O SIM	1.00	0.035000	279.94	9.80
4	EQUIPO P/PINTAR: BROCHA RODILLO Y EXTENSION	1.00	1.000000	0.80	0.80
5	CEPILLO DE ALAMBRE ELECTRICO	1.00	0.030000	203.15	6.09
6	CEPILLO DE ALAMBRE	2.00	0.010000	2.88	0.06
7	GRUA HIDRAULICA 4 TON	0.50	0.002000	3,601.07	3.60
8	CAMION 350 CHEVROLET O SIMILAR	0.50	0.004000	19,995.54	39.99
Total Equipos:					127.08
Costo Unitarios Equipos:					0.24

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	MAESTRO DE OBRA DE IRA	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	SOLDADOR DE IRA	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	MONTADOR	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
4	PINTOR DE IRA	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
5	AYUDANTE	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
6	OBRERO DE IRA	4.00	3.00	1.50	12.00	6.00
7	OPERADOR DE GRUA (GRUERO) DE IRA	0.50	7.00	1.50	3.50	0.75
8	CHOFER DE 3RA (HASTA 3 TON)	0.50	4.00	1.50	2.00	0.75

	SubTotal Mano de Obra:	57.50	19.50
547.00	Prestaciones Sociales:	314.53	0.00
	Total General Mano de Obra:		391.53
	Costo Unitario de Mano de Obra:		0.74
	COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:		6.85
15.00	Administración y Gastos Generales:		1.03
	SUBTOTAL B:		7.88
10.00	Imprevisto Utilidad:		0.79
	SUBTOTAL C:		8.67
0.00	Financiamiento:		0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:		8.67
0.00	Impuesto (I.V.A.):		0.00
0.00	Otros Impuestos:		0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):		8.67

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 4

Descripción: SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION CUADRADA 100 X 100 X 3 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS

Rendimiento: 530.000000

Código: E361 S/C

Unidad: kgf

Cantidad: 656.97

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Perfil conduven eco 100 x 100 x 3 mm 8,89 k/m	kgf	1.0000	3.00	3.17	3.27
2	Bombona de oxígeno industrial (contenido)	cil	0.0040	2.00	56.18	0.23
3	Bombona del gas acetileno (contenido)	cil	0.0020	2.00	345.77	0.71
4	Pintura fondo minio anticorrosivo #	gln	0.0190	5.00	71.21	1.42
5	Disco abrasivo para esmeril 7"	pza	0.0050	5.00	11.53	0.06
6	Electrodo r10 e6013 x 350 mm rutilico #	kgf	0.0200	5.00	8.72	0.18
Total Materiales:						5.87

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Soldadora lincoln electrica 220 v - 225 amp	2.00	0.050000	626.26	62.63
2	Equipo de oxiacetileno con accesorios	1.00	1.000000	4.11	4.11
3	Esmeril portatil 7" bosch 8500 rpm o sim	1.00	0.035000	279.94	9.80
4	Equipo p/pintar: brocha rodillo y extension	1.00	1.000000	0.80	0.80
5	Cepillo de alambre electrico	1.00	0.030000	203.15	6.09
6	Cepillo de alambre	2.00	0.010000	2.88	0.06
7	Grua hidraulica 4 ton	0.50	0.002000	3,601.07	3.60
8	Camion 350 chevrolet o similar	0.50	0.004000	19,995.54	39.99
Total Equipos:					127.08
Costo Unitarios Equipos:					0.24

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Soldador de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Montador	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
4	Pintor de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
5	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
6	Obrero de 1ra	4.00	3.00	1.50	12.00	6.00
7	Operador de grua (gruero) de 1ra	0.50	7.00	1.50	3.50	0.75
8	Chofer de 3ra (hasta 3 ton)	0.50	4.00	1.50	2.00	0.75
SubTotal Mano de Obra:					57.50	19.50

547.00	Prestaciones Sociales:	314.53	0.00
	Total General Mano de Obra:		391.53
	Costo Unitario de Mano de Obra:		0.74
	COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:		6.85
15.00	Administración y Gastos Generales:		1.03
	SUBTOTAL B:		7.88
10.00	Imprevisto Utilidad:		0.79
	SUBTOTAL C:		8.67
0.00	Financiamiento:		0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:		8.67
0.00	Impuesto (I.V.A.):		0.00
0.00	Otros Impuestos:		0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):		8.67

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 5

Descripción: SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 260 X 90 X 5.5 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS

Rendimiento: 700.000000

Código: E361 S/C

Unidad: kgf

Cantidad: 1,109.94

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Perfil conduven eco 260 x 90 e=5,5mm p=28,46k/m	kgf	1.0000	3.00	3.17	3.27
2	Electrodo e7018 rutilico penetracion estructuras #	kgf	0.0200	5.00	16.58	0.35
3	Pintura fondo minio anticorrosivo #	gln	0.0020	5.00	71.21	0.15
4	Bombona de oxígeno industrial (contenido)	cil	0.0040	2.00	56.18	0.23
5	Bombona del gas acetileno (contenido)	cil	0.0020	2.00	345.77	0.71
6	Disco abrasivo para esmeril 7"	pza	0.0050	5.00	11.53	0.06
Total Materiales:						4.77

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Soldadora a gasolina miller	1.00	0.004000	7,515.23	30.06
2	Equipo de oxiacetileno con accesorios	1.00	1.000000	4.11	4.11
3	Equipo p/pintar: brocha rodillo y extension	1.00	1.000000	0.80	0.80
4	Esmeril portatil 7" bosch 8500 rpm o sim	1.00	0.035000	279.94	9.80
5	Cepillo de alambre electrico	1.00	0.030000	203.15	6.09
6	Cepillo de alambre	2.00	0.010000	2.88	0.06
7	Grua hasta 12 ton	1.00	1.000000	156.77	156.77
8	Camion 350 chevrolet o similar	1.00	0.004000	19,995.54	79.98
Total Equipos:					287.67
Costo Unitarios Equipos:					0.41

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Soldador de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Montador	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
4	Pintor de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
5	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
6	Obrero de 1ra	4.00	3.00	1.50	12.00	6.00
7	Operador de grua (gruero) de 1ra	1.00	7.00	1.50	7.00	1.50
8	Chofer de 3ra (hasta 3 ton)	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50

	SubTotal Mano de Obra:	63.00	21.00
547.00	Prestaciones Sociales:	344.61	0.00
	Total General Mano de Obra:		428.61
	Costo Unitario de Mano de Obra:		0.61
	COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:		5.79
15.00	Administración y Gastos Generales:		0.87
	SUBTOTAL B:		6.66
10.00	Imprevisto Utilidad:		0.67
	SUBTOTAL C:		7.33
0.00	Financiamiento:		0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:		7.33
0.00	Impuesto (I.V.A.):		0.00
0.00	Otros Impuestos:		0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):		7.33

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 6

Descripción: SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 160 X 65 X 3.4 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS

Rendimiento: 530.000000

Código: E361 S/C

Unidad: kgf

Cantidad: 362.88

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Perfil conduven eco 160 x 65 e=3,4 p=11,34k/m	kgf	1.0000	3.00	3.17	3.27
2	Electrodo r10 e6013 x 350 mm rutilico #	kgf	0.0200	5.00	8.72	0.18
3	Pintura fondo minio anticorrosivo #	gln	0.0033	5.00	71.21	0.25
4	Bombona de oxigeno industrial (contenido)	cil	0.0040	2.00	56.18	0.23
5	Bombona del gas acetileno (contenido)	cil	0.0020	2.00	345.77	0.71
6	Disco abrasivo para esmeril 7"	pza	0.0050	5.00	11.53	0.06
Total Materiales:						4.70

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Soldadora lincoln electrica 220 v - 225 amp	1.00	0.050000	626.26	31.31
2	Equipo de oxiacetileno con accesorios	1.00	1.000000	4.11	4.11
3	Equipo p/pintar: brocha rodillo y extension	1.00	1.000000	0.80	0.80
4	Esmeril portatil 7" bosch 8500 rpm o sim	1.00	0.035000	279.94	9.80
5	Cepillo de alambre electrico	1.00	0.030000	203.15	6.09
6	Cepillo de alambre	2.00	0.010000	2.88	0.06
7	Grua hidraulica 4 ton	1.00	0.002000	3,601.07	7.20
8	Camion 350 chevrolet o similar	1.00	0.004000	19,995.54	79.98
Total Equipos:					139.35
Costo Unitarios Equipos:					0.26

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Soldador de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Montador	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
4	Pintor de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
5	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
6	Obrero de 1ra	4.00	3.00	1.50	12.00	6.00
7	Operador de grua (gruero) de 2da	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
8	Chofer de 3ra (hasta 3 ton)	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
SubTotal Mano de Obra:					61.00	21.00
547.00 Prestaciones Sociales:					333.67	0.00

	Total General Mano de Obra:	415.67
	Costo Unitario de Mano de Obra:	0.78
	COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	5.74
15.00	Administración y Gastos Generales:	0.86
	SUBTOTAL B:	6.60
10.00	Imprevisto Utilidad:	0.66
	SUBTOTAL C:	7.26
0.00	Financiamiento:	0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	7.26
0.00	Impuesto (I.V.A.):	0.00
0.00	Otros Impuestos:	0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):	7.26

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 7

Descripción: SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 220 X 90 X 4.5 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS

Rendimiento: 590.000000

Código: E361 S/C

Unidad: kgf

Cantidad: 745.92

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Perfil conduven eco 220 x 90 e=4,5mm p=20,72k/m	kgf	1.0000	3.00	3.17	3.27
2	Electrodo e7018 rutilico penetracion estructuras #	kgf	0.0200	5.00	16.58	0.35
3	Pintura fondo minio anticorrosivo #	gln	0.0025	5.00	71.21	0.19
4	Bombona de oxigeno industrial (contenido)	cil	0.0040	2.00	56.18	0.23
5	Bombona del gas acetileno (contenido)	cil	0.0020	2.00	345.77	0.71
6	Disco abrasivo para esmeril 7"	pza	0.0050	5.00	11.53	0.06
Total Materiales:						4.81

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Soldadora a gasolina miller	1.00	0.004000	7,515.23	30.06
2	Equipo de oxiacetileno con accesorios	1.00	1.000000	4.11	4.11
3	Equipo p/pintar: brocha rodillo y extension	1.00	1.000000	0.80	0.80
4	Esmeril portatil 7" bosch 8500 rpm o sim	1.00	0.035000	279.94	9.80
5	Cepillo de alambre electrico	1.00	0.030000	203.15	6.09
6	Cepillo de alambre	2.00	0.010000	2.88	0.06
7	Grua hidraulica 4 ton	1.00	0.002000	3,601.07	7.20
8	Camion 350 chevrolet o similar	1.00	0.004000	19,995.54	79.98
Total Equipos:					138.10
Costo Unitarios Equipos:					0.23

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Soldador de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Montador	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
4	Pintor de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
5	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
6	Obrero de 1ra	4.00	3.00	1.50	12.00	6.00
7	Operador de grua (gruero) de 2da	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
8	Chofer de 3ra (hasta 3 ton)	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50

	SubTotal Mano de Obra:	61.00	21.00
547.00	Prestaciones Sociales:	333.67	0.00
	Total General Mano de Obra:		415.67
	Costo Unitario de Mano de Obra:		0.70
	COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:		5.74
15.00	Administración y Gastos Generales:		0.86
	SUBTOTAL B:		6.60
10.00	Imprevisto Utilidad:		0.66
	SUBTOTAL C:		7.26
0.00	Financiamiento:		0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:		7.26
0.00	Impuesto (I.V.A.):		0.00
0.00	Otros Impuestos:		0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):		7.26

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 8

Descripción: SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 120 X 60 X 2.5 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS

Rendimiento: 550.000000

Código: E361 S/C

Unidad: kgf

Cantidad: 388.60

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Perfil conduven eco 120 x 60 e=2,5mm 6,70k/m	kgf	1.0000	3.00	3.17	3.27
2	Electrodo r10 e6013 x 350 mm rutilico #	kgf	0.0200	5.00	8.72	0.18
3	Bombona de oxigeno industrial (contenido)	cil	0.0040	2.00	56.18	0.23
4	Bombona del gas acetileno (contenido)	cil	0.0020	2.00	345.77	0.71
5	Pintura fondo minio anticorrosivo #	gln	0.0190	5.00	71.21	1.42
6	Disco abrasivo para esmeril 7"	pza	0.0050	5.00	11.53	0.06
Total Materiales:						5.87

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Soldadora lincoln electrica 220 v - 225 amp	1.00	0.050000	626.26	31.31
2	Equipo de oxiacetileno con accesorios	1.00	1.000000	4.11	4.11
3	Esmeril portatil 7" bosch 8500 rpm o sim	1.00	0.035000	279.94	9.80
4	Equipo p/pintar: brocha rodillo y extension	1.00	1.000000	0.80	0.80
5	Cepillo de alambre electrico	1.00	0.030000	203.15	6.09
6	Cepillo de alambre	2.00	0.010000	2.88	0.06
7	Grua hidraulica 4 ton	1.00	0.002000	3,601.07	7.20
8	Camion 350 chevrolet o similar	1.00	0.004000	19,995.54	79.98
Total Equipos:					139.35
Costo Unitarios Equipos:					0.25

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Soldador de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Montador	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
4	Pintor de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
5	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
6	Obrero de 1ra	4.00	3.00	1.50	12.00	6.00
7	Operador de grua (gruero) de 1ra	1.00	7.00	1.50	7.00	1.50
8	Chofer de 3ra (hasta 3 ton)	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
SubTotal Mano de Obra:					63.00	21.00

547.00	Prestaciones Sociales:	344.61	0.00
	Total General Mano de Obra:		428.61
	Costo Unitario de Mano de Obra:		0.78
	COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:		6.90
15.00	Administración y Gastos Generales:		1.04
	SUBTOTAL B:		7.94
10.00	Imprevisto Utilidad:		0.79
	SUBTOTAL C:		8.73
0.00	Financiamiento:		0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:		8.73
0.00	Impuesto (I.V.A.):		0.00
0.00	Otros Impuestos:		0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):		8.73

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 9

Descripción: SUMINISTRO, PREPARACION, MONTAJE Y SISTEMA DE PROTECCION DE ACERO ESTRUCTURAL CON PERFIL CONDUVEN SECCION RECTANGULAR 140 X 60 X 3 mm. SEGUN ESPECIFICACIONES. CONEXIONES SOLDADAS

Rendimiento: 590.000000

Código: E361 S/C

Unidad: kgf

Cantidad: 746.76

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Perfil conduven eco 140x60x 3mm 8,89 k/m	kgf	1.0000	3.00	3.17	3.27
2	Electrodo r10 e6013 x 350 mm rutilico #	kgf	0.0200	5.00	8.72	0.18
3	Bombona de oxigeno industrial (contenido)	cil	0.0040	2.00	56.18	0.23
4	Bombona del gas acetileno (contenido)	cil	0.0020	2.00	345.77	0.71
5	Pintura fondo minio anticorrosivo #	gln	0.0190	5.00	71.21	1.42
6	Disco abrasivo para esmeril 7"	pza	0.0050	5.00	11.53	0.06
Total Materiales:						5.87

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Soldadora lincoln electrica 220 v - 225 amp	1.00	0.050000	626.26	31.31
2	Equipo de oxiacetileno con accesorios	1.00	1.000000	4.11	4.11
3	Esmeril portatil 7" bosch 8500 rpm o sim	1.00	0.035000	279.94	9.80
4	Equipo p/pintar: brocha rodillo y extension	1.00	1.000000	0.80	0.80
5	Cepillo de alambre electrico	1.00	0.030000	203.15	6.09
6	Cepillo de alambre	2.00	0.010000	2.88	0.06
7	Grúa hidraulica 4 ton	1.00	0.002000	3,601.07	7.20
8	Camion 350 chevrolet o similar	1.00	0.004000	19,995.54	79.98
Total Equipos:					139.35
Costo Unitarios Equipos:					0.24

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Soldador de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Montador	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
4	Pintor de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
5	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
6	Obrero de 1ra	4.00	3.00	1.50	12.00	6.00
7	Operador de grúa (gruero) de 1ra	1.00	7.00	1.50	7.00	1.50
8	Chofer de 3ra (hasta 3 ton)	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50

	SubTotal Mano de Obra:	63.00	21.00
547.00	Prestaciones Sociales:	344.61	0.00
	Total General Mano de Obra:		428.61
	Costo Unitario de Mano de Obra:		0.73
	COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:		6.84
15.00	Administración y Gastos Generales:		1.03
	SUBTOTAL B:		7.87
10.00	Imprevisto Utilidad:		0.79
	SUBTOTAL C:		8.66
0.00	Financiamiento:		0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:		8.66
0.00	Impuesto (I.V.A.):		0.00
0.00	Otros Impuestos:		0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):		8.66

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 10

Descripción: LOSA DE CONCRETO F'c 210 kg/cm2, ENCOFRADO COLABORANTE LOSACERO O SIMILAR, PESO= 6.02 KG/M2, SECCION 36/15, H= 38 mm, CALIBRE 24, CONCRETO E= 6 cm SOBRE LA CRESTA, PERALTE TOTAL DE LA LOSA 9.81 cm. NO INCLUYE MALLA PARA RETRACCION NI TAPAS LATERALES

Rendimiento: 25.000000

Código: E333 S/C

Unidad: m2

Cantidad: 152.00

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Lamina losacero / sofito metalico	kgf	6.0200	4.00	3.66	22.91
2	Costo de transporte al sitio hasta 50 km	kgf	6.0200	0.00	0.24	1.44
3	Bombona de oxigeno industrial (contenido)	cil	0.0200	2.00	56.18	1.15
4	Bombona del gas acetileno (contenido)	cil	0.0200	2.00	345.77	7.05
5	Electrodo r10 e6013 x 350 mm rutilico #	kgf	0.0250	5.00	8.72	0.23
6	CONCRETO PREMEZCLADO F'c 210 kg/cm2 AS NORMAL #	m3	0.0734	2.00	144.07	10.79
7	Flete / transporte de concreto premezclado	m3	0.0734	0.00	8.64	0.63
8	Conector de corte para losacero	pza	4.0000	5.00	1.15	4.83
Total Materiales:						49.03

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Andamio tubular de un cuerpo h= 2 mt	8.00	0.009000	255.94	18.43
2	Esmeril portatil 7" bosch 8500 rpm o sim	2.00	0.035000	279.94	19.60
3	Equipo de oxiacetileno con accesorios	1.00	1.000000	4.11	4.11
4	Planta p/ soldar lincoln sa-200 gasoil	1.00	1.000000	151.97	151.97
5	Winche cabrestante con motor electrico	2.00	1.000000	71.98	143.96
6	Equipo y herram. P/puesta obra concreto	1.00	1.000000	2.40	2.40
7	Carretilla cap= 110 lt ruedas de goma	7.00	0.020000	237.55	33.26
8	Camion 350 chevrolet o similar	1.00	0.004000	19,995.54	79.98
Total Equipos:					453.71
Costo Unitarios Equipos:					18.15

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro de obra de 1ra	1.00	8.00	1.50	8.00	1.50
2	Soldador de 1ra	2.00	5.00	1.50	10.00	3.00
3	Ayudante	3.00	3.50	1.50	10.50	4.50
4	Montador	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
5	Obrero de 1ra	12.00	3.00	1.50	36.00	18.00
6	Guiñchero	2.00	4.00	1.50	8.00	3.00
7	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	1.00	4.50	1.50	4.50	1.50

	SubTotal Mano de Obra:	82.00	33.00
547.00	Prestaciones Sociales:	448.54	0.00
	Total General Mano de Obra:		563.54
	Costo Unitario de Mano de Obra:		22.54
	COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:		89.72
15.00	Administración y Gastos Generales:		13.46
	SUBTOTAL B:		103.18
10.00	Imprevisto Utilidad:		10.32
	SUBTOTAL C:		113.50
0.00	Financiamiento:		0.00
	PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:		113.50
0.00	Impuesto (I.V.A.):		0.00
0.00	Otros Impuestos:		0.00
	PRECIO UNITARIO (\$):		113.50

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SUPERESTRUCTURA MIXTA

Part. No.: 11

Descripción: SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA DE ACERO PARA SUPERESTRUCTURA.

Rendimiento: 700.000000

Código: ES/C

Unidad: kgf

Cantidad: 288.80

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	Malla de acero truckson electrosoldada	kgf	1.0000	5.00	3.39	3.56
2	Alambre liso galvanizado calibre nº 18	kgf	0.0100	5.00	8.83	0.09
3	Transporte de acero	kgf	1.0000	0.00	0.43	0.43
4	Manejo, almacenamiento y caleteo interno	kgf	1.0000	0.00	0.36	0.36
Total Materiales:						4.44

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Equipo menor para cabilla y malla soldada	1.00	1.000000	1.59	1.59
2	Winche cabrestante con motor electrico	1.00	1.000000	71.98	71.98
Total Equipos:					73.57
Costo Unitarios Equipos:					0.11

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	Maestro cabillero	0.50	6.50	1.50	3.25	0.75
2	Cabillero de 1ra	1.00	5.00	1.50	5.00	1.50
3	Ayudante	2.00	3.50	1.50	7.00	3.00
4	Güincherero	1.00	4.00	1.50	4.00	1.50
SubTotal Mano de Obra:					19.25	6.75
547.00 Prestaciones Sociales:					105.30	0.00
Total General Mano de Obra:					131.30	
Costo Unitario de Mano de Obra:					0.19	
COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:					4.74	
15.00 Administración y Gastos Generales:					0.71	
SUBTOTAL B:					5.45	
10.00 Imprevisto Utilidad:					0.55	
SUBTOTAL C:					6.00	
0.00 Financiamiento:					0.00	
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:					6.00	
0.00 Impuesto (I.V.A.):					0.00	
PRECIO UNITARIO (\$):					6.00	