



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS DE COSTOS Y CONSTRUCTIVO ENTRE
MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE Y PANELES DE GYPSUM USADAS
EN UN EDIFICIO APORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

EDDA MARIANA CHIQUITO VILLO

ADRIÁN STEVEN DOMÍNGUEZ RECALDE

TUTOR:

ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO, MsC.

La Libertad, Ecuador

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“ANÁLISIS DE COSTOS Y CONSTRUCTIVO ENTRE
MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE Y PANELES DE GYPSUM USADAS
EN UN EDIFICIO APORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

EDDA MARIANA CHIQUITO VILLAO

ADRIAN STEVEN DOMINGUEZ RECALDE

TUTOR:

ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO MSc.

La Libertad, Ecuador

2023

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

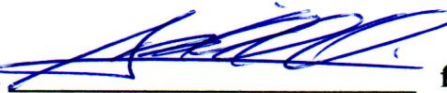
Ing. Jonny Raúl Villao Borbor, MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

f. 

Ing. Vianna Pinoargote Rovello, MsC.

DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Raúl Villao Vera, MSc.

DIRECTOR ESPECIALISTA

f. 

Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcivar, PhD.

SECRETARIA DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por brindarme vida, salud y sabiduría durante mi proceso de formación.

A mis padres y hermanos quienes con sus palabras de aliento estuvieron presentes en momentos difíciles.

A mis docentes, quienes con empeño y dedicación compartieron conmigo de sus valiosos conocimientos y de manera especial a la Ing. Vianna Pinoargote que nos guio para la ejecución de este trabajo.

EDDA MARIANA

El siguiente trabajo de tesis está dedicado a Dios y los que estuvieron durante mi formación académica, en especial a mi madre Lucila Recalde y mi padre Eloy Domínguez, que me brindaron sus consejos, palabras de aliento, me ayudaron a levantar cuando tenía tropiezos y me sacaron una sonrisa cuando más lo necesitaba. Gracias por ser la luz en medio de tanta oscuridad, por forja mi carácter, por brindarme valores, y demostrarme que con perseverancia y dedicación todo es posible.

También le dedico este logro a mis hermanos que estuvieron constantemente alentándome y dándome ese abrazo comfortable, muchos de mis logros se los debo a ustedes que me brindaron su amor incondicional.

A mi tutora la Ing. Vianna Pinoargote, por brindarme sus conocimientos y ser paciente en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

ADRIAN STEVEN

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En mi calidad de tutor del presente trabajo “ANÁLISIS DE COSTOS Y CONSTRUCTIVO ENTRE MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE Y PANELES DE GYPSUM USADAS EN UN EDIFICIO APORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO” elaborado por la Srta. CHIQUITO VILLAO EDDA MARIANA y el Sr. DOMINGUEZ RECALDE ADRIAN STEVEN, egresados de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra en un 9% de valoración permitida.

FIRMA DEL TUTOR



Ing. Vianna Andrea Pinoargote Rovello MSc.
TUTOR
C.I.: 2400061632



Tesis (Edda y Adrián) Compilatium

9%
Textos
sospechosos



8% Similitudes

< 1% similitudes entre comillas

1% Idioma no reconocido

0% Textos potencialmente generados por IA

Nombre del documento: Tesis (Edda y Adrián) Compilatium.pdf
ID del documento: fb:9ef6eef643a6450fd2c833be3278070f69
Tamaño del documento original: 6,48 MB

Depositante: VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO
Fecha de depósito: 28/11/2023
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 28/11/2023

Número de palabras: 32.715
Número de caracteres: 207.978

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente considerada como idéntica

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.compraspublicas.gob.ec https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/FC/bajarArchivo.cpe/Archivo-L...	185%		Palabras idénticas: 185% (109.983 palabras)

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	localhost Estudio comparativo de costos entre paneles especiales ligeros, muro s... http://localhost:8080/xmlui/bitstream/33177672/3/1-UCSG-PRE-ING-IC-193.pdf.txt 1 fuente similar	2%		Palabras idénticas: 2% (541 palabras)
2	www.compraspublicas.gob.ec https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/FC/bajarArchivo.cpe/Archivo-L... 8 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (780 palabras)
3	repositorio.ucsg.edu.ec http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/33177672/1/1-UCSG-PRE-ING-IC-193.pdf 1 fuente similar	1%		Palabras idénticas: 1% (456 palabras)
4	dspace.udla.edu.ec Análisis comparativo técnico - financiero entre sistemas cons... http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/1101/1/UDLA-EC-TTGD-2019-09.pdf 8 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (561 palabras)
5	www.amevirtual.gob.ec http://www.amevirtual.gob.ec/wp-content/uploads/2017/05/MTOP_NEC-SE-DS.pdf 27 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (351 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.cepal.org The 2030 Agenda and the Regional Gender Agenda: Synerg... https://repositorio.cepal.org/bitstream/11362/412002/5/1700703_esp.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
2	repositorio.usfq.edu.ec https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/10139/1/136525.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
3	idoc.pub Código Ecuatoriano De La Construcción [k5466y90ex48] https://idoc.pub/documents/idocpub-k5466y90ex48	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
4	hdl.handle.net Análisis de Concreto Postensado en el Diseño de una Estructura A... https://hdl.handle.net/20.500.12848/2640	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
5	repositorio.utmachala.edu.ec Análisis del desempeño sísmico del edificio de aul... http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11597/3/TTUAI_C_2017_JC_CD0008.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2022.799314/full>

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **EDDA MARIANA CHIQUITO VILLAO** y **ADRIÁN STEVEN DOMÍNGUEZ RECALDE**, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**ANÁLISIS DE COSTOS Y CONSTRUCTIVO ENTRE MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE Y PANELES DE GYPSUM USADAS EN UN EDIFICIO APORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**, Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito de nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,



EDDA MARIANA CHIQUITO VILLAO
C.I 2450914748



ADRIÁN STEVEN DOMÍNGUEZ RECALDE
C.I 2450282617

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Vianna Andrea Pinoargote Rovello MSc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península De Santa Elena

En mi calidad de tutor del presente trabajo “ANÁLISIS DE COSTOS Y CONSTRUCTIVO ENTRE MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE Y PANELES DE GYPSUM USADAS EN UN EDIFICIO APORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO” previo a la obtención de Título de Ingeniero Civil elaborado por la Srta. CHIQUITO VILLAO EDDA MARIANA y el Sr. DOMINGUEZ RECALDE ADRIAN STEVEN, egresados de la carrera de ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, apruebo en todas sus partes.

FIRMA DEL TUTOR



Ing. Vianna Andrea Pinoargote Rovello MSc.

TUTOR

C.I.: 2400061632

CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGIA

Lcda. Mercy Paola Cabrera Gómez, Mgtr.
Celular: 0988365044
Correo: mp_cabrera@hotmail.es


CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, *MERCY PAOLA CABRERA GÓMEZ* en mi calidad de *MAGISTER EN ADMINISTRACION DE LA EDUCACIÓN*, por medio de la presente tengo a bien indicar que he revisado el trabajo de integración curricular previo a la obtención de título de Ingeniero Civil, denominado "ANÁLISIS DE COSTOS Y CONSTRUCTIVO ENTRE MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE Y PANELES DE GYPSUM USADAS EN UN EDIFICIO APORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO" de los estudiantes *CHIQUITO VILLAO EDDA MARIANA* y *DOMÍNGUEZ RECALDE ADRIÁN STEVEN*.

Certifico que esta redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo con las normas ortográficas y sintaxis vigentes.

Es cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo a los interesados a hacer uso del presente como estime conveniente.

La Libertad, 25 de noviembre del 2023


Lcda. Mercy Paola Cabrera Gómez, Mgtr
C.I.: 0928382720
MAGISTER EN ADMINISTRACION DE LA EDUCACIÓN
N° DE REGISTRO DE SENEYTI: 6043179033

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por prestarme vida y las fuerzas necesarias para culminar este capítulo de mi vida.

A mi madre Aurora Villao Villao y a mi padre Johnny Chiquito Salcedo, quienes me ayudaron a forjar mi carácter y darme aliento en los momentos más difíciles.

A todos los docentes que formaron parte de mi vida estudiantil, en especial a la Ing. Vianna Pinoargote docente de la Universidad Estatal Península de Santa Elena y tutora de esta tesis, gracias por guiar este trabajo de titulación.

A mi compañero de tesis y gran amigo Adrián Domínguez con el que compartimos conocimientos para poder culminar con esta gran meta, y a todos los amigos leales con quienes compartimos aventuras en este camino, que entre risas y enojos nos alentábamos mutuamente para conseguir con los objetivos que nos proponíamos.

EDDA MARIANA

Agradezco a Dios por guiarme y acompañarme en cada paso de mi vida. Su amor y gracia me han dado la fuerza y la sabiduría para superar los desafíos y dificultades que se me han presentado en mi diario vivir.

A mi madre Lucila Recalde y a mi padre Eloy Domínguez, quienes me brindaron sus sabios consejos y apoyo incondicional siempre.

A mis hermanos que me han brindado su generosidad, amor incondicional, apoyo emocional y el sustento económico en mi formación académica.

A mi tutora la Ing. Vianna Pinoargote, por ser mi guía durante la preparación de mi tesis. Su experiencia y conocimiento me ayudaron a lograr mis objetivos académicos.

A mi compañera de tesis y gran amiga Edda Chiquito con quien compartimos conocimientos para culminar esta gran meta.

A mis amigos por estar siempre a mi lado, con quienes compartí risas, enojos, estrés, madrugadas enteras sin dormir por culminar una tarea, viajes, entre muchos momentos más en esta formación.

Este logro no sería posible sin el amor y apoyo de cada uno de ustedes. Gracias por ser parte de mi vida y ayudarme a alcanzar mis metas.

ADRIÁN STEVEN

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	vii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	viii
CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGIA.....	ix
AGRADECIMIENTOS	x
TABLA DE CONTENIDO	xii
LISTA DE FIGURAS	xvi
LISTA DE TABLAS	xvii
LISTA DE ECUACIONES	xxi
RESUMEN.....	xxiii
ABSTRACT.....	xxiv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.2. ANTECEDENTES.....	5
1.3. HIPÓTESIS.....	8
1.3.1. Hipótesis General.....	8
1.3.2. Hipótesis Específicas	9
1.4. OBJETIVOS.....	9
1.4.1. Objetivo General	9
1.4.2. Objetivos Específicos.....	9
1.5. ALCANCE.....	10
1.6. VARIABLES	10
1.6.1. Variables Independientes.....	10
1.6.2. Variables Dependientes.....	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. MAMPOSTERÍA.....	12
2.1.1. Historia.....	13
2.1.2. Bloque de hormigón.	13
2.1.3. Proceso de fabricación del bloque de hormigón.....	14
2.2. CLASIFICACIÓN DE MAMPOSTERÍA.....	15
2.2.1. Mampostería reforzada.....	15
2.2.2. Mampostería parcialmente reforzada.....	15
2.2.3. Mampostería simple (No reforzada).....	16
2.2.4. Mampostería de muros confinados.....	16
2.3. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES FUNDAMENTALES SOBRE MAMPOSTERÍA TRADICIONAL.....	17
2.3.1. Definición del sistema de mampostería tradicional.....	17

2.3.2.	Características del sistema de mampostería tradicional	17
2.3.2.1.	<i>Usos.</i>	18
2.3.2.2.	<i>Peso.</i>	18
2.4.	GYPSUM	19
2.4.1.	Historia.	20
2.4.2.	Generalidades.	20
2.4.3.	Placa de yeso.	21
2.4.4.	Proceso de fabricación de la placa de yeso.	21
2.5.	DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES FUNDAMENTALES SOBRE PANELES ESPECIALES LIGEROS	22
2.5.1.	Definición del sistema tipo Gypsum.	22
2.5.2.	Características del sistema tipo Gypsum.	22
2.5.2.1.	<i>Tipos de placas.</i>	22
2.5.2.2.	<i>Peso.</i>	24
2.5.2.3.	<i>Estabilidad y durabilidad.</i>	24
2.5.2.4.	<i>Resistencia y flexibilidad.</i>	24
2.5.2.5.	<i>Resistencia al uso.</i>	24
2.5.3.	Propiedades del sistema tipo Gypsum.	25
2.5.3.1.	<i>Resistencia al Fuego Placas de Yeso frente al fuego.</i>	25
2.5.3.2.	<i>Aislamiento Acústico.</i>	25
2.6.	PÓRTICOS DE HORMIGÓN	26
2.7.	CARGAS ESTRUCTURALES	26
2.7.1.	Pautas y especificaciones con la construcción.	27
2.7.2.	Tipos de cargas estructurales.	27
2.7.2.1.	<i>Cargas Muertas (D).</i>	28
2.7.2.2.	<i>Cargas Vivas (L).</i>	29
2.7.2.3.	<i>Cargas Ambientales</i>	30
2.7.2.4.	<i>Combinaciones de cargas.</i>	32
2.8.	CORTANTE BASAL DE DISEÑO V	33
2.8.1.	Espectro de Diseño en Aceleración S_a (T_a).	34
2.8.2.	Factor de zona Z.	35
2.8.3.	Coefficientes de perfil de suelo F_a, F_d y F_s.	36
2.8.4.	Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones	37
2.8.5.	Determinación del período de vibración T.	38
2.8.6.	Categoría de edificio y coeficiente de importancia I.	39
2.8.7.	Irregularidades y coeficientes en planta	40
2.8.8.	Grupos estructurales de acuerdo con R.	41
2.9.	AJUSTE DEL CORTE BASAL DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL ANÁLISIS DINÁMICO	42
2.10.	LIMITES PERMISIBLES DE LAS DERIVAS DE LOS PISOS	42
2.11.	TORSIÓN	42
2.12.	EL ÍNDICE DE ESTABILIDAD Q_I	43
2.13.	PRESUPUESTO	43

2.14.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	44
2.14.1.	¿Cómo se elabora un Análisis de Precio Unitario?	45
2.15.	CRONOGRAMA VALORADO	45
2.15.1.	Técnica del Cronograma Valorado.	46
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		47
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	47
3.1.1.	Tipo.	47
3.1.2.	Nivel.	47
3.2.	MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	48
3.2.1.	Método.	48
3.2.2.	Enfoque.	48
3.2.3.	Diseño.	49
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	49
3.3.1.	Población.	49
3.3.2.	Muestra.	49
3.3.3.	Muestreo.	50
3.4.	UBICACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO	50
3.4.1.	Sector Los Matías – Salinas.	50
3.5.	METODOLOGÍA DEL OE.1: DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CADA EDIFICIO (LOSAS, VIGAS, COLUMNAS Y ZAPATAS) Y MODELAMIENTO DE ESTOS EN EL SOFTWARE ETABS EMPLEANDO LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN 2015, PARA COMPARAR EL COMPORTAMIENTO Y DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.	51
3.5.1.	Descripción del edificio modelo.	52
3.5.2.	Diseño de los elementos estructurales para edificio aporticado de hormigón armado con mampostería de bloque.	53
3.5.2.1.	<i>Determinación de cargas.</i>	53
3.5.2.2.	<i>Predimensionamiento de elementos estructurales.</i>	56
3.5.2.3.	<i>Análisis sísmico.</i>	65
3.5.2.4.	<i>Diseño de hormigón armado.</i>	78
3.5.2.5.	<i>Revisión de los criterios de columna fuerte viga débil.</i>	112
3.5.2.6.	<i>Revisión de nodos.</i>	117
3.6.	METODOLOGÍA DEL OE.2: PRESUPUESTO PARA CADA UNA DE LAS EDIFICACIONES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y CÁLCULOS DE CANTIDADES PARA DETERMINAR CUÁL DE LOS DOS CASOS TENDRÁ COSTOS MÁS ASEQUIBLES.	120
3.6.1.	Análisis de precios unitarios	121
3.6.2.	Cálculo de cantidades	121
3.6.3.	Presupuesto	121
3.7.	METODOLOGÍA DEL OE.3: ANÁLISIS DEL COSTO-TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN DE MAMPOSTERÍA TRADICIONAL DE BLOQUE FRENTE A LAS DE GYPSUM MEDIANTE UN	

CRONOGRAMA VALORADO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FABRICACIÓN MÁS ATRACTIVO.....	123
3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	131
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS ...	133
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1, COMPARATIVA SISMORRESISTENTE ENTRE DOS EDIFICIOS APORTICADOS DE HORMIGÓN ARMADO CON MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE Y PANELES DE GYPSUM RESPECTIVAMENTE	133
4.1.1. Peso de mampostería de gypsum.....	133
4.1.2. Secciones transversales de elementos estructurales. ..	133
4.1.2.1. Losas nervadas en 1 dirección.	133
4.1.2.2. Vigas.....	134
4.1.2.3. Columnas.	134
4.1.2.4. Cimentación.	135
4.1.3. Análisis sísmico.	135
4.1.3.1. Cortante basal.	135
4.1.3.2. Derivas de piso.	135
4.1.3.3. Torsión	136
4.1.4. Peso.	136
4.1.5. Diseño de hormigón armado.....	136
4.1.5.1. Zapatas.	137
4.1.5.2. Losas.....	137
4.1.5.3. Vigas.....	138
4.1.5.4. Columnas	138
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.2, ANÁLISIS PRESUPUESTARIO	138
4.2.1. Precios unitarios de mampostería.....	138
4.2.2. Presupuestos.....	140
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.3, ANÁLISIS COSTOS VERSUS TIEMPO.....	141
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	143
5.1. CONCLUSIONES	143
5.2. RECOMENDACIONES	144
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
ANEXOS	155

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Machu Picchu	13
Figura 2. Bloque Standard de hormigón	14
Figura 3. Bloquera manual (máquina bloques)	14
Figura 4. Detalles Estructurales de Mampostería Reforzada	15
Figura 5. Mampostería Reforzada parcialmente Inyectada	16
Figura 6. Ilustración de Mampostería No reforzada (tradicional o simple).....	16
Figura 7. Detalles de la geometría de muros de mampostería confinada a escala natural.....	17
Figura 8. Pesos Unitarios de Bloques	18
Figura 9. Mineral de gypsum	19
Figura 10. Yeso en forma de polvo.....	19
Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de la placa de yeso....	21
Figura 12. Pared de sistema ligero tipo Gypsum	22
Figura 13. Pórtico de hormigón armado	26
Figura 14. Mapa para diseño sísmico del Ecuador	35
Figura 15. Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño	37
Figura 16. Dimensiones / restricciones de un proyecto	44
Figura 17. Esquema de como elaborar un APU.....	45
Figura 18. Zona de Estudio 1: Sector Los Matías, manzana 24, solar 7 - Salinas	51
Figura 19. Diseño arquitectónico de la planta baja y planta alta del edificio	52
Figura 20. Dimensiones de la sección transversal “T” (CASO A y B)	57
Figura 21. Dimensiones de la sección transversal “T” y losa maciza (CASO A)	59
Figura 22. Dimensiones de la sección transversal “T” y losa maciza (CASO B).....	60
Figura 23. Espectro Elástico según la NEC-15 - Ciudad de Salinas.....	68
Figura 24. Espectro Inelástico según la NEC-15 - Ciudad de Salinas.....	70
Figura 25. Comparación de espectros según la NEC-15 - Ciudad de Salinas	70
Figura 26. Perfil estratigráfico cercano a la zona de estudio	79
Figura 27. Sección tipo de una zapata.....	81
Figura 28. Diagrama de momentos con separación de 2 m	87
Figura 29. Diagrama de momentos (CASO A).....	87
Figura 30. Diagrama de momentos (CASO B)	88
Figura 31. Acero de diseño (CASO A).....	90
Figura 32. Acero de diseño (CASO B)	91
Figura 33. Detalle de losa nervada (CASO A).....	93
Figura 34. Detalle de losa nervada (CASO B).....	93
Figura 35. Criterios de diseño del espaciamiento entre estribos y longitud de confinamiento en columnas.....	111
Figura 36. Diagrama de comparación presupuestaria (CASO A Y B)	140
Figura 37. Diagrama de comparación presupuestaria (CASO A Y B)	142

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Densidades de Bloques	18
Tabla 2. Dimensiones Típicas de Placas de Yeso	23
Tabla 3. Peso específico del acero y hormigón.....	28
Tabla 4. Pesos según la Norma NEC para elementos estructurales	29
Tabla 5. Cargas vivas para cubierta u ocupación según la NEC.....	30
Tabla 6. Combinaciones de cargas.....	32
Tabla 7. Valores del factor Z según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011.	35
Tabla 8. Valores del coeficiente Fa.....	36
Tabla 9. Valores del coeficiente Fd.....	36
Tabla 10. Valores del coeficiente Fs	37
Tabla 11. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura	39
Tabla 12. Coeficientes de irregularidad en planta.....	40
Tabla 13. Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles.....	41
Tabla 14. Valores de Δ_M máximos, expresados como fracción de la altura de piso	42
Tabla 15. Coordenadas límites del área del proyecto.....	50
Tabla 16. Carga viva: sobrecargas mínimas.....	53
Tabla 17. Carga viva por piso	54
Tabla 18. Peso de mampostería por cada metro cuadrado según los pisos	54
Tabla 19. Peso de enlucido por cada metro cuadrado según los pisos.....	55
Tabla 20. Peso de escalera por cada metro cuadrado según los pisos.....	55
Tabla 21. Peso de cubierta por cada m ²	56
Tabla 22. Altura mínima h_{min} según la Norma ACI 318-19	57
Tabla 23. Cargas muertas de propia losa.....	61
Tabla 24. Análisis y resumen de carga muerta Caso A.....	61
Tabla 25. Análisis y resumen de carga muerta del Caso B.....	62
Tabla 26. Combinaciones de carga del Caso A.....	62
Tabla 27. Combinaciones de carga del Caso B.....	63
Tabla 28. Dimensión de vigas de borde y vigas de interiores.....	64
Tabla 29. Dimensiones de columnas esquineras, bordes y centrales.	65
Tabla 30. Valores de coeficientes del perfil de suelo Fa, Fd, Fs.....	66
Tabla 31. Coeficientes de irregularidad	66
Tabla 32. Periodos de vibración.....	67
Tabla 33. Espectro elástico por factor de reducción R=8	69
Tabla 34. Cortante basal.....	71
Tabla 35. Corrección del coeficiente sísmico	72
Tabla 36. Resultados obtenidos del software ETABS del CASO A.....	72
Tabla 37. Resultados obtenidos del software ETABS del CASO B	72
Tabla 38. Verificación de Derivas y Torsión – Dirección X y Y del CASO A..	74
Tabla 39. Verificación de Derivas y Torsión – Dirección X y Y del CASO B ..	75
Tabla 40. Control de estabilidad)	76

Tabla 41. Cálculo de T_{m1} t T_{m2}	78
Tabla 42. Verificación de los periodos de vibración.....	78
Tabla 43. Cálculo de carga efectiva	80
Tabla 44. Cálculo de zapata	81
Tabla 45. Verificación por excentricidad en zapata corrida.....	82
Tabla 46. Datos para el diseño de la zapata.	83
Tabla 47. Dimensionamiento de zapatas.....	84
Tabla 48. Cálculo de cortantes unidireccional y bidireccional en zapatas corridas.	84
Tabla 49. Valores para el diseño de la zapata.	85
Tabla 50. Acero por contracción y temperatura.....	86
Tabla 51. Acero de zapata y verificación del CASO A	86
Tabla 52. Acero de zapata y verificación del CASO B.....	86
Tabla 53. Resultado de momentos en los nervios.	87
Tabla 54. Resultado de ω	88
Tabla 55. Área de acero requerido del CASO A.....	89
Tabla 56. Área de acero.....	90
Tabla 57. Acero de diseño, acero y longitud para el acero inferior	90
Tabla 58. Acero de diseño del CASO A y B.....	91
Tabla 59. Espaciamiento del refuerzo	92
Tabla 60. Resistencia al cortante del CASO A	92
Tabla 61. Momentos máximos por tramo y sus criterios – Viga B70 del CASO A	94
Tabla 62. Momentos máximos por tramo y s – Viga B34 del CASO A.....	94
Tabla 63. Momentos máximos por tramo – Viga B3 del CASO A	95
Tabla 64. Momentos máximos por tramo – Viga B63 del CASO A	95
Tabla 65. Momentos máximos por tramo – Viga B70 del CASO B.....	96
Tabla 66. Momentos máximos por tramo – Viga B34 del CASO B.....	96
Tabla 67. Momentos máximos por tramo – Viga B3 del CASO B.....	96
Tabla 68. Momentos máximos por tramo – Viga B63 del CASO B.....	97
Tabla 69. Cuantías de acero en Viga eje 2 del CASO A.....	98
Tabla 70. Cuantías de acero en Viga eje 1 y 3 del CASO A.....	98
Tabla 71. Cuantías de acero en Viga eje B-C-D-E-F del CASO A	98
Tabla 72. Cuantías de acero en Viga eje A-G del CASO A.....	99
Tabla 73. Cuantías de acero en Viga eje 2 del CASO B.....	99
Tabla 74. Cuantías de acero en Viga eje 1 y 3 del CASO B.....	99
Tabla 75. Cuantías de acero en Viga eje B-C-D-E-F del CASO B.....	100
Tabla 76. Cuantías de acero en Viga eje A-G del CASO B.....	100
Tabla 77. Acero longitudinal en Viga eje 2 del CASO A	101
Tabla 78. Acero longitudinal en Viga eje 1 y 3 del CASO A	101
Tabla 79. Acero longitudinal en Viga eje B-C-D-E-F del CASO A.....	102
Tabla 80. Acero longitudinal en Viga eje A-G del CASO A	102
Tabla 81. Acero longitudinal en Viga eje 2 del CASO B	103
Tabla 82. Acero longitudinal en Viga eje 1 y 3 del CASO B	103
Tabla 83. Acero longitudinal en Viga eje B-C-D-E-F del CASO B	104
Tabla 84. Acero longitudinal en Viga eje A-G del CASO B	104
Tabla 85. Dimensiones de vigas, cargas y resistencia al cortante del CASO A. 106	
Tabla 86. Dimensiones de vigas, cargas y resistencia al cortante del CASO B. 107	
Tabla 87. Distribución de acero en vigas-Caso A.....	108
Tabla 88. Distribución de acero en vigas-Caso B	108

Tabla 89. Diseño de acero longitudinal para columnas.	110
Tabla 90. Refuerzo transversal, confinamiento y estribos del CASO A.....	111
Tabla 91. Refuerzo transversal, confinamiento y estribos del CASO B.....	112
Tabla 92. Conexión B70-C51 del CASO A.....	113
Tabla 93. Conexión B34-C51 del CASO A.....	113
Tabla 94. Conexión B3-C51 del CASO A.....	114
Tabla 95. Conexión B63-C51 del CASO A.....	114
Tabla 96. Conexión B70-C51 del CASO B.....	115
Tabla 97. Conexión B34-C51 del CASO B.....	115
Tabla 98. Conexión B3-C51 del CASO B.....	116
Tabla 99. Conexión B63-C51 (CASO B).....	116
Tabla 100. Consideraciones de columna, viga y confinamiento según el ACI 318-19.....	117
Tabla 101. Nodo Interior Viga B1-B2 del CASO A.....	118
Tabla 102. Nodo Exterior Viga B22-B23 del CASO A.....	118
Tabla 103. Nodo Interior Viga B1-B2 del CASO B.....	119
Tabla 104. Nodo Exterior Viga B22-B23 del CASO B.....	120
Tabla 105. Presupuesto para edificio de hormigón armado con mampostería de bloque.....	121
Tabla 106. Presupuesto para edificio de hormigón armado con mampostería de gypsum.....	122
Tabla 107. Cronograma valorado para edificio aporticado de hormigón armado con mampostería de bloque.....	124
Tabla 108. Cronograma valorado para edificio aporticado de hormigón armado con mampostería de gypsum.....	128
Tabla 109. Cuadro de Operacionalización de Variables Independientes.....	131
Tabla 110. Cuadro de Operacionalización de Variables Dependientes.....	132
Tabla 111. Peso de mampostería del CASO A y B.....	133
Tabla 112. Losas nervadas en 1 dirección del CASO A y B.....	134
Tabla 113. Sección de vigas del CASO A y B.....	134
Tabla 114. Sección de columnas del CASO A y B.....	134
Tabla 115. Sección de cimentación del CASO A y B.....	135
Tabla 116. Cortante Basal del CASO A y B.....	135
Tabla 117. Derivas de piso EX y EY del CASO A y B.....	135
Tabla 118. Torsión EX y EY del CASO A y B.....	136
Tabla 119. Peso del CASO A y B.....	136
Tabla 120. Cuantía del acero y peso total de acero ocupado en zapata corrida del caso A y B.....	137
Tabla 121. Cuantía del acero y peso total de acero ocupado en losa nervada del CASO A y B.....	137
Tabla 122. Cuantía del acero en vigas y peso total de acero ocupado del CASO A y B.....	138
Tabla 123. Cuantía del acero y peso total de acero ocupado en columnas del CASO A y B.....	138
Tabla 124. Mampostería de bloques de exterior.....	139
Tabla 125. Tabiquería exterior de Gypsum.....	139
Tabla 126. Mampostería de bloques de interior.....	139
Tabla 127. Tabiquería interior de Gypsum.....	139
Tabla 128. Precios unitarios de mamposterías exteriores.....	139
Tabla 129. Precios unitarios de mamposterías interiores.....	140

Tabla 130. Precio Total del CASO A y B	140
Tabla 131. Predimensionamiento de vigas de borde y vigas de interiores del CASO A.....	156
Tabla 132. Predimensionamiento de vigas de borde y vigas de interiores del CASO B.....	156
Tabla 133. Predimensionamiento de columnas esquineras, bordes y centrales del Caso A.....	156
Tabla 134. Predimensionamiento de columnas esquineras, bordes y centrales del CASO B	157

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Peso propio de la estructura.....	28
Ecuación 2. Velocidad corregida del viento.....	30
Ecuación 3. Carga de granizo.....	31
Ecuación 4. Carga sísmica: caso general.....	32
Ecuación 5. Carga sísmica: caso especial.....	32
Ecuación 6. Cortante Basal.....	33
Ecuación 7. Espectro de Diseño en aceleración caso 1.....	34
Ecuación 8. Espectro de Diseño en aceleración caso 2.....	34
Ecuación 9. Periodo fundamental de vibración de la estructura.....	38
Ecuación 10. Factor de amplificación torsional.....	43
Ecuación 11. Índice de estabilidad.....	43
Ecuación 12. Módulo de elasticidad del hormigón.....	52
Ecuación 13. Condición de losa nervada en una dirección.....	56
Ecuación 14. Inercia de losa nervada.....	57
Ecuación 15. Teorema de ejes paralelos.....	58
Ecuación 16. Altura equivalente de losa nervada a losa maciza.....	59
Ecuación 17. Mayoración de carga.....	62
Ecuación 18. Carga ultima.....	63
Ecuación 19. Momento ultimo.....	63
Ecuación 20. Dimensionamiento de viga.....	64
Ecuación 21. Dimensionamiento de área de columna.....	64
Ecuación 22. Dimensionamiento de base de columna.....	65
Ecuación 23. Periodos límites de vibración: caso 1.....	67
Ecuación 24. Periodos límites de vibración: caso 2.....	67
Ecuación 25. Periodos límites de vibración: caso 3.....	67
Ecuación 26. Coeficiente sísmico.....	71
Ecuación 27. Derivas de piso.....	73
Ecuación 28. Control de torsión de piso.....	73
Ecuación 29. Control de periodos de vibración.....	78
Ecuación 30. Capacidad de carga última del suelo según Terzaghi.....	80
Ecuación 31. Carga admisible del suelo.....	80
Ecuación 32. Carga efectiva.....	80
Ecuación 33. Cálculo de ancho de zapata.....	81
Ecuación 34. Resultante.....	82
Ecuación 35. Momento resultante.....	82
Ecuación 36. Ubicación en “x” y “y”.....	82
Ecuación 37. Excentricidad en x.....	82
Ecuación 38. Excentricidad en y.....	82
Ecuación 39. Condición de excentricidad.....	82
Ecuación 40. Carga ultima que soporta la zapata.....	83
Ecuación 41. Condición de carga.....	83
Ecuación 42. Momento ultimo de zapata.....	83
Ecuación 43. Cortante ultimo de diseño de zapata.....	84
Ecuación 44. Resistencia nominal del concreto.....	84
Ecuación 45. Resistencia del cortante de diseño.....	84

Ecuación 46. Verificación del cortante de diseño.	84
Ecuación 47. Cuantía de acero para resistir Momento último.....	85
Ecuación 48. Acero requerido longitudinal.....	85
Ecuación 49. Acero mínimo según el ACI: caso 1.....	85
Ecuación 50. Acero mínimo según el ACI: caso 2.....	85
Ecuación 51. Cuantía mínima por retracción y temperatura.	86
Ecuación 52. Acero requerido por retracción y temperatura.....	86
Ecuación 53. Separación del acero en zapata.....	86
Ecuación 54. Momento último en losa.....	88
Ecuación 55. Cuantía de acero según el Mu de cada vano.....	88
Ecuación 56. Área de acero por retracción y temperatura.....	91
Ecuación 57. Espaciamiento de refuerzo en losa.....	92
Ecuación 58. Resistencia al cortante último.....	92
Ecuación 59. Criterios de momentos positivos.....	94
Ecuación 60. Criterios de momentos negativos.....	94
Ecuación 61. Cuantía balanceada.....	97
Ecuación 62. Verificación del acero requerido con el acero mínimo.....	100
Ecuación 63. Condición del acero requerido con el acero mínimo.....	100
Ecuación 64. Área de fluencia.....	105
Ecuación 65. Carga muerta.....	105
Ecuación 66. Carga Viva.....	105
Ecuación 67. Carga sísmica.....	105
Ecuación 68. Cálculo del valor de “a” para momentos probables.....	105
Ecuación 69. Momentos probables.....	105
Ecuación 70. Cortante hiperestático.....	105
Ecuación 71. Cortante isostático.....	105
Ecuación 72. Criterio de cortante hiperestático respecto al corte isostático.....	106
Ecuación 73. Cortante equivalente.....	106
Ecuación 74. Condiciones respecto al cortante hiperestático y el cortante equivalente.....	106
Ecuación 75. Cálculo de Vs.....	106
Ecuación 76. Espaciamiento de estribos en vigas.....	107
Ecuación 77. Condiciones de espaciamiento de estribos en la zona de confinamiento vigas.....	108
Ecuación 78. Condiciones de espaciamiento de estribos en la zona no confinada en vigas.....	108
Ecuación 79. Deflexiones en vigas.....	109
Ecuación 80. Coeficiente K en columna.....	109
Ecuación 81. Coeficiente R en columna.....	110
Ecuación 82. Resistencia reducida de compresión al concreto f_c^*	110
Ecuación 83. Resistencia reducida de compresión al concreto f_c^{\wedge}	110
Ecuación 84. Cuantía de acero en columna.....	110
Ecuación 85. Área efectiva del nodo bj.....	117
Ecuación 86. Área efectiva del nodo Aj.....	117
Ecuación 87. Cortante de conexión.....	117
Ecuación 88. Criterio de conexión viga columna.....	117
Ecuación 89. Verificación de conexión de nodos.....	117

“ANÁLISIS CONSTRUCTIVO Y PRESUPUESTARIO ENTRE MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE Y PANELES DE GYPSUM USADAS EN UN EDIFICIO APORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO”

Autores: Edda Mariana Chiquito Villao y Adrián Steven Domínguez Recalde

Tutor: Ing. Vianna Andrea Pinoargote Rovello, MSc.

RESUMEN

Se realizó un estudio económico y constructivo de dos materiales distintos usados como mampostería de edificios aporticado de hormigón armado cimentados en un suelo tipo D en la Provincia de Santa Elena. Este estudio es de tipo aplicado de diseño experimental cuyo objetivo fue analizar a nivel constructivo y presupuestario el sistema de mampostería de bloque y el sistema de paneles de Gypsum usadas en un edificio aporticado de hormigón armado. Se ejecutaron análisis técnicos-comparativos tales como: diseños estructurales cumpliendo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción, presupuestos y cronogramas valorados para ambas edificaciones con ayuda de herramientas informáticas como Excel, ETABS y AUTOCAD. Los resultados obtenidos mediante la comparación de los edificios indicaron que, las secciones transversales para los elementos estructurales del edificio de mampostería de Gypsum se redujeron considerablemente, asimismo, el peso total del edificio se redujo en un 25%, en cuanto al presupuesto el edificio con mampostería de Gypsum es 14.51% más económica entre los dos casos. En conclusión, construir un edificio de Gypsum representa ventajas tanto técnicas como económicas, finalmente se recomienda que para el diseño estructural sea importante tomar en cuenta las normas nacionales e internacionales vigentes que se practican en el país donde se realiza la construcción.

Palabras Clave: Construcción, Presupuesto, Mampostería, Gypsum, Bloques de cemento.

"CONSTRUCTION AND BUDGET ANALYSIS BETWEEN BLOCK MASONRY AND GYPSUM PANELS USED IN A REINFORCED CONCRETE BUILDING"

Authors: Edda Mariana Chiquito Villao and Adrián Steven Domínguez Recalde

Tutor: Ing. Vianna Andrea Pinoargote Rovello, MSc.

ABSTRACT

An economic and constructive study of two different materials used as masonry of reinforced concrete poured concrete buildings founded on a type D soil in the Province of Santa Elena was carried out. This is an applied experimental design study whose objective was to analyze the construction and budgetary aspects of the block masonry system and the Gypsum panel system used in a reinforced concrete poured-in-place building. Technical-comparative analyses were carried out, such as: structural designs complying with the Ecuadorian Construction Standard, budgets and schedules valued for both buildings with the help of computer tools such as Excel, ETABS and AUTOCAD. The results obtained by comparing the buildings indicated that the cross sections for the structural elements of the Gypsum masonry building were considerably reduced, likewise, the total weight of the building was reduced by 25%, in terms of budget the Gypsum masonry building is 14.51% cheaper between the two cases. In conclusion, constructing a Gypsum building represents both technical and economic advantages. Finally, it is recommended that for the structural design it is important to take into account the national and international standards in force in the country where the construction is carried out.

Key words: Construction, Budget, Masonry, Gypsum, Cement blocks.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es un sector relevante que contribuye positivamente y cataliza el desarrollo socioeconómico tanto en las economías desarrolladas como en las emergentes (Alaloul et al., 2022), a su vez, proporciona estructuras esenciales que cumplen con los principales requisitos humanos (Kirchberger, 2018). En el mundo, muchos gobiernos han invertido grandes cantidades de capital en proyectos de infraestructura para promover el desarrollo económico de sus países (Du et al., 2022), esto reitera el hecho de que la importancia de la infraestructura, como el producto del sector de la construcción, es bastante reconocida en investigaciones actuales (Ajayi & Chinda, 2022; Pheng & Hou, 2019).

Los edificios en áreas propensas a eventos sísmicos enfrentan en la actualidad desafíos cada vez mayores tanto en la etapa de diseño estructural (Gkournelos et al., 2021) como en las de evaluación del desempeño en el contexto de construcciones resilientes y sostenibles (Manfredi & Masi, 2018; Negro & Romano, 2022). En las construcciones de edificios modernos, la resiliencia estructural es una característica deseable caracterizada por una menor probabilidad de daño o falla (Caprili et al., 2021; González et al., 2023), es así que, las normas del diseño estructural tradicional están cambiando hacia el diseño basado en el desempeño contra peligros naturales surgiendo como una alternativa al diseño tradicional basado en códigos prescriptivos (Joyner et al., 2021), generalmente para tareas desafiantes como el diseño de estructuras críticas y sistemas de infraestructura, como edificios altos, puentes de carretera y otras obras complementarias (Deb et al., 2022; Pacific Earthquake Engineering Center, 2017).

La construcción de un edificio aporricado de hormigón requiere una cuidadosa planificación (Guevara, 2013; Yuva, 2023; Zuluaga Alzate, 2011) y selección de los materiales a emplearse en la estructura de este (Drobiec & Jasiński, 2023; Gharehbaghi & Georgy, 2019; Shi et al., 2022), es así que, uno de los aspectos clave en la planificación es la elección del sistema de mampostería a usarse para

divisiones interiores del edificio (Almssad et al., 2022; Foraboschi, 2019), ya que con ello se evaluará el tiempo de construcción, el costo, y por otra parte, el peso de la estructura y su comportamiento (Quinde et al., 2023).

La mampostería de bloque, como material de construcción relativamente económico, duradero y de fácil acceso (Ma et al., 2020), tiene varias aplicaciones como muros estructurales como muros de corte o de carga en edificios convencionales de baja o media altura, debido a su alta resistencia y durabilidad, resistencia inherente al fuego y eficiencia energética (Thamboo et al., 2021). Los muros de mampostería se han usado ampliamente en edificios residenciales, comerciales y escolares para separar el espacio interior y exterior cerrando el perímetro del edificio con estructura a modo de cerramientos (Ismaiel et al., 2022), por ende los edificios de mampostería de bloque en la actualidad están diseñados principalmente para cumplir con las regulaciones prescriptivas del código de construcción de cada país, que establecen prácticas para garantizar la satisfacción del desempeño a nivel de seguridad humana o prevención de colapsos (Zeng & Li, 2023).

Por otro lado, los paneles de gypsum se han convertido en una opción más viable en la construcción de edificios (Bake et al., 2021; Li & Ren, 2011), por lo general, están compuestos por una mezcla de yeso y fibra vidrio instalados sobre una estructura metálica lo que permite acelerar el ritmo de construcción debido a su rápida instalación (Sáez-Pérez et al., 2022). De acuerdo con Krishna et al., (2022), los paneles de gypsum se pueden utilizar como muros de carga, resistiendo la gravedad, cargas dentro y fuera del plano en edificios residenciales de una o dos plantas.

El presente trabajo de investigación busca analizar a nivel constructivo y presupuestario el sistema de mampostería de bloque y el sistema de paneles de Gypsum usadas en un edificio de aparcamiento de hormigón armado mediante un diseño de elementos estructurales y análisis de precios unitarios para comparar y determinar cuál sistema es el óptimo y menos costoso a emplear en construcciones sostenibles en el Ecuador en base a la comparación de las ventajas y desventajas de

cada sistema en términos de resistencia, durabilidad, aislamiento térmico y acústico, facilidad de instalación, tiempo de ejecución y costo. Se utiliza como caso de estudio un edificio residencial de cuatro pisos ubicado en Santa Elena, Ecuador. Se elaborarán planos constructivos y presupuestos detallados para cada sistema, basados en los precios unitarios vigentes y las normas técnicas correspondientes.

Este análisis permitirá determinar cuál es el sistema constructivo más adecuado para el tipo de edificio propuesto, así como identificar las posibles mejoras o alternativas que se podrían implementar en cada caso. Además, contribuirá al conocimiento y difusión de los sistemas constructivos innovadores que se están desarrollando en el ámbito de la construcción.

La investigación comprende cinco capítulos, en el Capítulo I se determinan la problemática, antecedentes, hipótesis, objetivos, alcance y variables de la investigación; en el Capítulo II se redacta el soporte teórico referente al tema de estudio, es decir todo lo referente a Mampostería de Bloque y Paneles de Gypsum en edificios aporricados de hormigón armado. En el Capítulo III se enfatiza en desarrollar la metodología adecuada, en el Capítulo IV se presentan los resultados y la discusión de acuerdo a la metodología empleada, y por último, en el Capítulo se redactan conclusiones y recomendaciones de lo hallado en el estudio.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Ecuador es un país que se encuentra situado en el cinturón de fuego del Pacífico, por tanto, es considerado altamente sísmico (Aguilar, 2010; Quinde Martínez & Reinoso Angulo, 2016), así mismo, cabe destacar que es un país en vías de desarrollo, con un índice de pobreza NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas) del 60.01% (Villacís & Carrillo, 2012), esta situación lleva a su población a no tener en cuenta la realización de estudios técnicos, ni a la contratación de mano de obra calificada al momento de construir, dado a que tienen un costo significativo de entre el 30% y 35% del costo total de la obra, pero que son necesarios y de gran importancia (Thomás, 2015),

Por lo expuesto en el párrafo anterior, Pastrana (2019) menciona que la mayor parte de las edificaciones son realizadas por obreros que en la mayoría de los casos no poseen conocimiento de conceptos técnicos necesarios empleados en la construcción y si a esto le sumamos que hay una escasa supervisión de obra, obtendremos como resultado una mala calidad de obra que da lugar a la creación de estructuras propensas a sufrir daños graves durante un sismo, como el agrietamiento de mampostería y elementos estructurales, desprendimiento de material o derrumbamiento total, estos sucesos podrían ocurrir mayormente en las regiones de Costa y Sierra del Ecuador, debido a que son zonas con más peligrosidad sísmica (Secretaría de Gestión de Riesgos & MIDUVI, 2015).

Por las condiciones del país, las edificaciones deben tener un costo asequible sin olvidar que su estructura debe ser sismo-resistente (Vasco López, 2016), cumpliendo con los requisitos de las normativas vigentes como la NEC-15, por tal motivo, la participación de los profesionales en la construcción es de alta importancia, ya que estos evalúan factores económicos y estructurales, y conjugando estos dos, pueden encontrar la posibilidad de construir edificaciones seguras con un presupuesto ajustado (Loayza Sánchez, 2016).

Teniendo en cuenta lo expuesto con anterioridad, la problemática del estudio surge a partir de la observación de las estructuras después de un evento sísmico, ya que se evidencia que edificios con mampostería de bloque tradicional sufren daños considerables puesto que le aportan un peso elevado a la estructura, por lo que es importante buscar otras alternativas como las paredes livianas ya que, como su nombre lo indica tienen menor peso y con ello se busca investigar si el comportamiento sísmico mejora.

Dentro de la sociedad actual es muy común ver edificaciones con mampostería de bloques, no por el hecho de que sean mejores para la construcción, si no que parten de conceptos tradicionalistas, en donde existe desconocimiento sobre las ventajas y desventajas que tiene cada tipo de pared. Los campos por considerar son muchos, como el costo y tiempo de construcción, las propiedades mecánicas de cada tipo de mampostería simple, la serviciabilidad, su comportamiento sísmico y las

propiedades inherentes al material como la resistencia al fuego, aislamiento térmico, aislamiento de sonido, entre otros. Es por esto, que se plantea realizar un análisis comparativo tanto a nivel económico como a nivel constructivo entre paredes de bloque y tabiquería aligeradas como lo son los paneles de gypsum para poder definir los contrastes de un material sobre otro.

El presente estudio se enfoca en el noveno objetivo de la Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la CEPAL: “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación”, las metas de este objetivo se centran en desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos, asimismo, promover una industrialización inclusiva y sostenible.

La interrogante general del problema estudiado se enmarca en la siguiente: ¿Qué se determinará del análisis constructivo y presupuestario del sistema de mampostería de bloque y el sistema de paneles de Gypsum en un edificio aporricado de hormigón armado?, interrogante de la cual se desprenden tres interrogantes específicas: ¿Qué comportamiento sísmico tendrán los elementos estructurales diseñados?, ¿De qué manera se desarrollará el análisis presupuestario para cada edificación?, y ¿Cuáles son las ventajas y desventajas que tiene la mampostería tradicional de bloque frente a la mampostería con placa de Gypsum considerando el parámetro costo – tiempo mediante un cronograma valorado de actividades?

1.2. ANTECEDENTES

Lo expuesto por Orozco Alvarado & Díaz Pérez (2018), indica que los antecedentes de la investigación deben estar relacionados con el campo de conocimiento a investigar, es decir estar vinculado con las variables de estudio, es así que, el estudio se sustenta en estudios relacionados al tema en curso realizados en el contexto internacional, nacional y local, para ello se tomó en cuenta los siguientes:

En el contexto internacional, se toma en cuenta el estudio investigativo de (Londoño Méndez, 2019) basado en el “Estudio y análisis comparativo entre el método aporticado y mampostería estructural, realizado en la construcción de casas de uno y dos pisos, establecido en la empresa Panorama Grupo Constructor SAS”, tuvo como objetivo realizar un estudio integral en términos económicos y constructivos para la elección de método constructivo entre el aporticado y de mampostería estructural, la metodología consto de seis fases comprendidas desde la realización de estudios teóricos de las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos hasta generar un análisis que pueda determinar la mejor elección de los métodos empleados. Los resultados demuestran que teniendo en cuenta el resultado individual y resultado global, 75% de los coeficientes de importancia para la mampostería estructural y 25% para el método aporticado, la opción que mayores ventajas da al proyecto es el método de mampostería estructural, concluyendo así que, los costos menores del método escogido representan una mayor rentabilidad, teniendo en cuenta que el precio fijado para la venta no varía dependiendo del método utilizado y los factores que determinan el aumento o no en el costo de las viviendas, es la cantidad de concreto y acero de refuerzo que es necesaria para cada método.

Podemos mencionar también la tesis de Gelis Echeverria & Martínez Torres (2020) intitulada “Análisis comparativo de costos y tiempos de mampostería con bloques ensamblados sin mortero de pega y el sistema de mampostería convencional aplicado a una vivienda de interés social”, esta investigación de tipo documental se presenta con el objetivo de plantear una alternativa económicamente viable de sistema constructivo de mampostería para viviendas de bajo presupuesto con la finalidad de generar mayores accesos a una vivienda digna, realizando comparaciones a nivel operacional y económico frente a la mampostería tradicional. Los resultados de esta tesis demostraron que la construcción de la vivienda con el sistema de bloques ensamblados sin mortero de pega utilizando bloques de (0.10 x 0.30) m tiene un costo más elevado que construir la con el sistema de mampostería tradicional ya que sus costos son \$50.298.406 y \$47.419.328 pesos colombianos respectivamente, sin embargo, si se utiliza el Sistema De Mampostería Con Bloques Ensamblados Sin Mortero De Pega con bloques (0.19x0.40) m, el costo disminuye

en comparación del Sistema De Mampostería Convencional. Los costos para el Sistema De Mampostería Con Bloques Ensamblados Sin Mortero De Pega serían \$46.060.530 y para el Sistema De Mampostería Convencional \$47.419.328.

En el contexto nacional, es válido mencionar el estudio de Aguirre Almache & Zúñiga Chimbo (2019) acerca de “Análisis comparativo de los sistemas constructivos – aporticado y manoportable empleados en la construcción de conjuntos habitacionales”, investigación que se realizó con el fin de comparar sistemas constructivos tanto en su estructura, presupuesto y tiempo de construcción habitacional, mediante la aplicación de un análisis estructural diseñado bajo las normativas NEC 2014 y ACI 318. Los resultados detallan que en el proceso constructivo del sistema aporticado usado comúnmente en nuestra sociedad. Menciona que se debe enlucir la mampostería cubriendo el picado de pared que se realiza para colocar las instalaciones eléctricas e hidráulicas, sin embargo, el sistema manoportable, por el encofrado que se utiliza es necesario más que el resane de ciertas partes del muro teniendo un ahorro significativo en el costo de enlucidos en 85.98%, asimismo, se determinó que el costo por metro cuadrado en el sistema aporticado es de \$325.86 y en el sistema manoportable es de \$276.01, concluyendo así que, referente a los tiempos de ejecución de los diferentes sistemas, el sistema manoportable es más rápido en un tercio del sistema aporticado, ya que se eliminan procesos como el picado, enlucido tanto vertical como horizontal y se incrementa la utilización de mano obra calificada en el sistema para simplificar tiempos y mejorar los rendimientos.

De igual manera, es importante considerar la tesis de Patrel, (2017), “Estudio comparativo de costos entre paneles especiales ligeros, muro seco tipo gypsum, y mampostería tradicional de una edificación”. Los resultados aseveran que las paredes internas del sistema tipo Gypsum, son un 14% más económicas que las paredes del sistema tradicional y las paredes externas son un 28% más costosas que lo tradicional. En cuanto al tiempo, la construcción de paredes tipo Gypsum, basado en sus rendimientos, son un 61% más rápidas que las paredes del sistema tradicional y con la construcción de paredes de Gypsum, se logró repercutir en la rebaja de los 8 meses estipulados para la construcción total del proyecto, lo cual es un 12.5% del

tiempo de la obra; en cuanto a serviciabilidad, el sistema tipo Gypsum es ideal para ser utilizado en la reconstrucción de paredes de viviendas o edificios donde un sismo haya afectado las paredes de mampostería tradicional.

En el contexto local, cabe enfatizar en la investigación realizada por los autores Salinas Tomalá & Tomalá Catuto (2023) con el tema “Diseño sismorresistente y análisis comparativo técnico – económico entre sistema de hormigón armado y sistema DryWall para edificio de 8 pisos”, el estudio tuvo como objetivo diseñar una estructura sismorresistente de 8 niveles con el sistema de hormigón armado de pórticos dúctiles resistentes a momentos y con el sistema de acero estructural con DryWall implementando muros de corte de placas de acero, mediante especificaciones de las normas vigentes, evaluado con el programa ETABS, para realizar un análisis comparativo técnico – económico. Los resultados demuestran que el costo de cimentación del sistema de hormigón armado con pórticos resistentes al momento es mayor con respecto al sistema de acero con muros DryWall y muros de corte es más elevado, debido al mayor peso y bajo esfuerzo admisible del suelo, finalmente, los autores concluyen que la estructura diseñada con el sistema de hormigón armado es 5.6% más económica que la estructura diseñada con el sistema de acero estructural, este último sistema es más fiable en cuanto tiempo de ejecución de obra debido que se omite el tiempo de encofrado, fraguado y curado que requiere la estructura de hormigón armado, haciendo la diferencia de costo menos relevante.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General

El análisis a nivel constructivo y presupuestario de los sistemas de mampostería de bloque y paneles de Gypsum, mediante un diseño de elementos estructurales y estudio de costos-tiempo permitirá comparar y determinar qué caso estudiado presenta mayores ventajas técnicas-económicas.

1.3.2. Hipótesis Específicas

H.E1.: El diseño y modelamiento de elementos estructurales de cada edificio en el software ETABS y empleando la NEC-2015 permitirá comparar el comportamiento y dimensiones de los elementos estructurales.

H.E2.: La realización del presupuesto para cada edificación mediante el análisis de precios unitarios junto con el cálculo de las cantidades por rubro permitirá determinar que edificación tendrá el mayor beneficio económico.

H.E3.: El cronograma valorado de actividades para cada caso, permitirá determinar que edificio presenta la mejor relación de costo – tiempo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Analizar a nivel constructivo y presupuestario el sistema de mampostería de bloque y el sistema de paneles de Gypsum usadas en un edificio aporricado de hormigón armado, mediante el diseño de elementos estructurales, análisis de costos y cronograma valorado, para efectuar un contraste técnico-económico.

1.4.2. Objetivos Específicos

O.E1.: Diseñar los elementos estructurales de cada edificio (losas, vigas, columnas y zapatas) y realizar el modelamiento de estos con ayuda del software ETABS y empleando la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, para comparar el comportamiento y dimensiones de los elementos estructurales.

O.E2.: Realizar el presupuesto para cada una de las edificaciones mediante el análisis de precios unitarios y cálculos de cantidades para determinar cuál de los dos casos tendrá costos más asequibles.

O.E3.: Analizar el costo-tiempo de construcción de mampostería tradicional de bloque frente a las de gypsum mediante un cronograma valorado para determinar el tiempo de fabricación más atractivo.

1.5. ALCANCE

El siguiente trabajo de titulación está destinado a realizar un análisis constructivo y presupuestario entre mamposterías de bloque y paneles de gypsum usadas en un edificio aporticado de hormigón armado, se presentan a continuación los alcances que se pretende alcanzar:

- ✓ Presentar las ventajas y desventajas de las estructuras en un evento sísmico mediante la realización de diseños estructurales teniendo en cuenta la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 y el modelamiento de las estructuras en el software ETABS 2019.
- ✓ Brindar resultados de costos mediante el Análisis de Precios Unitarios (APU'S) para cada uno de los sistemas a estudiar.
- ✓ Dar a conocer un análisis de tiempo de construcción mediante un cronograma valorado de construcción.
- ✓ Realizar planos estructurales para ambos sistemas a estudiar.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variables Independientes

- ✓ Sistema de mampostería de bloques.
- ✓ Sistema de paneles de gypsum.

1.6.2. Variables Dependientes

- ✓ Diseño de elementos estructurales (para cada edificación)

- ✓ Comparación presupuestaria

- ✓ Comparación costo -tiempo de fabricación

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

El ingeniero civil debe tener conocimientos de estructuras como edificios aporricados de hormigón armado, ya que son una de las estructuras más comunes en la construcción civil de gran altura. Estos edificios conforman una serie de columnas y vigas que soportan el peso del edificio. La erudición de estructuras permite al ingeniero civil diseñar y construir edificios aporricados de hormigón armado que sean seguros, eficientes y económicos.

Los conocimientos de mampostería y paneles de yeso facilitan la evaluación de las ventajas y desventajas de cada sistema constructivo. Esto es importante para poder seleccionar el sistema que mejor se adapte a las necesidades del proyecto, tanto desde el punto de vista técnico como financiero.

2.1. MAMPOSTERÍA

De acuerdo con el International Code Council (2003), la palabra mampostería es un término utilizado generalmente para referirse a la construcción utilizando unidades prefabricadas de arcilla, baldosas de arcilla, hormigón, bloques de vidrio, piedras naturales y similares, en donde, uno o más tipos de unidades de mampostería se unen entre sí con mortero, piezas de metal, refuerzo y accesorios para formar paredes y otros elementos estructurales.

Villatoro (2014), señala que es un sistema tradicional de construcción que implica levantar sistemas monolíticos mediante la colocación manual de los materiales que, por lo general, son block de cemento prefabricado, ladrillo, cuyas dimensiones son pequeñas en comparación con las del elemento que se va a construir y cuyo peso y tamaño depende del sistema de manejo que se vaya a utilizar. La mampostería es uno de los primeros sistemas constructivos en emplearse por la humanidad, ya que se usaba materiales fáciles de encontrar en los lugares donde habitaba.

2.1.1. Historia.

Patrel (2017), expresa que los orígenes de la mampostería datan desde los inicios de la humanidad, evidenciándose en construcciones como casas egipcias o la Torre de Babilonia elaboradas con paja y arcilla, construcciones hechas de mampostería antigua como el Machu Picchu en Perú; El Acueducto de Segovia, España con más de 2000 años, conformado por bloques de piedra y el Comalcalco la pirámide maya de ladrillos cerámicos. No obstante, la mampostería de concreto es mucho más reciente, apareciendo en la 2.^a década del siglo XX, cuando Frank Lloyd Wright efectuó sus primeros experimentos fabricando unidades de concreto para dar plasticidad y diferentes texturas a los muros.

Figura 1.

Machu Picchu



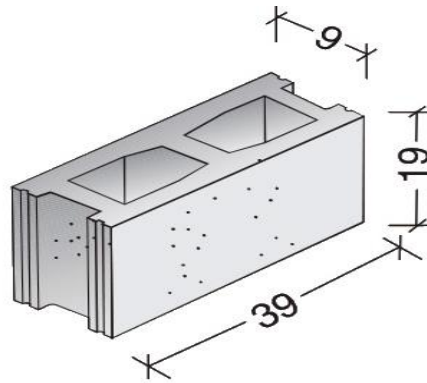
Nota. Tomado del sitio web *Exploor* (2023).

2.1.2. Bloque de hormigón.

Nicot (2017), menciona que un bloque de hormigón o tabique de concreto es un mampuesto prefabricado donde el término “prefabricado” hace referencia al proceso en el que el bloque se forma y endurece antes de ser llevado al lugar de trabajo, estos son elaborados con hormigones finos o morteros de cemento usado habitualmente en el tendido de paredes. Su forma es rectangular, con medidas típicas de 9x19x39cm, aunque el espesor puede variar según los requerimientos de uso, además, por lo general suelen ser huecos y tienen una serie de ventajas sobre otras formas de materiales de construcción como ladrillos, piedras, madera y metal.

Figura 2.

Bloque Standard de hormigón



Nota. Tomado del sitio web *Juan Roces S.A (2013).*

2.1.3. Proceso de fabricación del bloque de hormigón.

García (2015), describe que los bloques se elaboran a partir de una mezcla de cemento, arena y piedras, que se vierte en moldes metálicos. El vibrado de la mezcla ayuda a compactar el material y eliminar las burbujas de aire. Los aditivos se pueden agregar a la mezcla para mejorar sus propiedades, como la resistencia, la textura o el color. Las normas de construcción de cada país determinan la resistencia de los tipos de bloque; por ello resulta crucial llevar a cabo un proceso óptimo de dosificación.

Figura 3.

Bloquera manual (máquina bloques)



Nota. Tomado del sitio web *MTT MAXIM (2023).*

2.2. CLASIFICACIÓN DE MAMPOSTERÍA

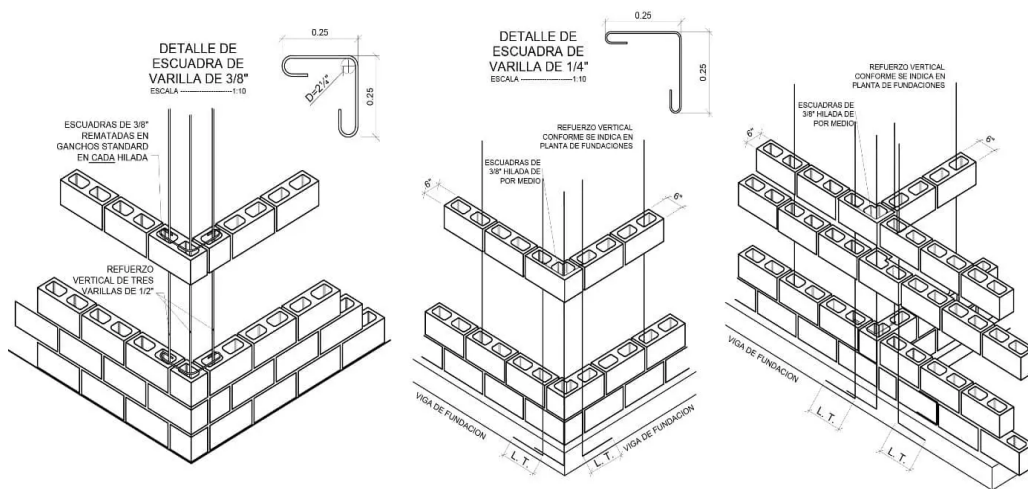
La NEC (2015), en el Código NEC-SE-MP, da a conocer que los tipos de muros de mampostería según las normativas son los siguientes:

2.2.1. Mampostería reforzada.

Es la estructura que se compone por piezas de mampostería con perforaciones verticales, las cuales se encuentran unidas mediante mortero y reforzadas internamente con varillas y alambres de acero. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sísmo resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico, el mortero de relleno puede colocarse en todas las celdas verticales o solamente en aquellas donde está ubicado el refuerzo (Agrado, 2014).

Figura 4.

Detalles Estructurales de Mampostería Reforzada



Nota. Tomado del sitio web *GC - Construcciones* (2023).

2.2.2. Mampostería parcialmente reforzada.

Es la estructura compuesta por piezas de mampostería caracterizada por tener perforaciones verticales que se unen por medio de mortero y siendo estas reforzadas internamente con barras y alambres de acero (Brusil, 2020).

Figura 5.

Mampostería Reforzada parcialmente Inyectada



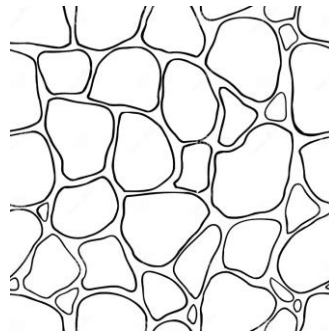
Nota. Tomado de “Elaboración de un manual del proceso constructivo de mampostería en Nicaragua”. Mayorga (2017).

2.2.3. Mampostería simple (No reforzada).

Es un sistema de construcción económico que utiliza piezas de mampostería unidas con mortero, no obstante, al carecer de refuerzos de acero, estas no cumplen con las cuantías mínimas de refuerzo establecidas para la mampostería parcialmente reforzada (Torres, 2019).

Figura 6.

Ilustración de Mampostería No reforzada (tradicional o simple)



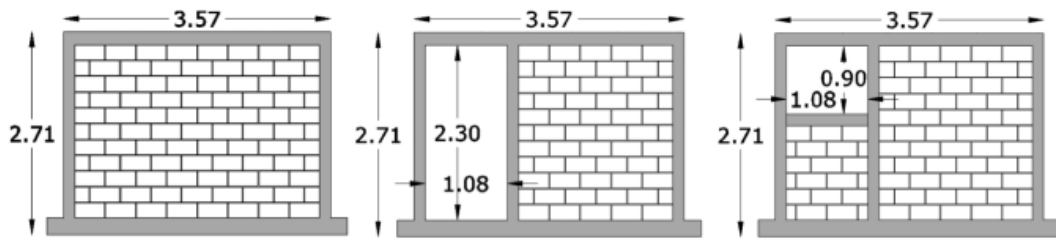
Nota. Tomado del sitio web *Dreamstime* (2023).

2.2.4. Mampostería de muros confinados.

Son estructuras compuestas por piezas de mampostería unidas mediante mortero, fortalecidas principalmente con elementos de concreto reforzados y cimentados alrededor del muro o en piezas de mampostería especiales donde se inyecte el hormigón de relleno para obtener en la mampostería un confinamiento. Cuando se manejan dichas piezas especiales, estas pueden ser estimadas como parte del recubrimiento de los elementos de concreto reforzado (Chiriboga, 2019).

Figura 7.

Detalles de la geometría de muros de mampostería confinada a escala natural



Nota. Tomado de “Comportamiento de muros de mampostería confinada con aberturas sujetos a cargas fuera del plano”. Varela et al. (2015).

2.3. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES FUNDAMENTALES SOBRE MAMPOSTERÍA TRADICIONAL

2.3.1. Definición del sistema de mampostería tradicional.

Jurado (2017), sostiene que la mampostería simple es un tipo de construcción que consiste en la superposición de bloques de hormigón unidos con mortero. Estos bloques pueden ser portantes o no, dependiendo de su espesor y la calidad del mortero utilizado. La condición portante indica si el muro puede soportar cargas adicionales a su propio peso. Si la mampostería simple no es portante, su función principal es dividir espacios. Este tipo de mampostería se utiliza comúnmente para crear divisiones interiores o fachadas en edificios que tienen otros sistemas estructurales, como estructuras de concreto, acero o madera. Al construir un muro de mampostería simple, es importante que los bloques estén trabados entre sí para evitar que se formen juntas verticales continuas.

2.3.2. Características del sistema de mampostería tradicional

Las características del sistema de mampostería tradicional clasificando con el uso y peso son las siguientes:

2.3.2.1. Usos.

Es versátil como sistema estructural y constructivo. Se puede emplear desde viviendas de bajo costo, de interés social, hasta edificios en gran altura y valor, pasando por los de uso industrial, comercial, hospitalario, educativo, entre otros.

2.3.2.2. Peso.

Existen diferentes tipos de Bloques, según los requerimientos de la obra, en la tabla siguiente se clasifican en tres tipos:

Tabla 1.

Densidades de Bloques

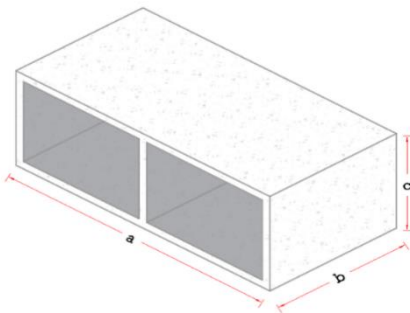
DESIGNACIÓN	DENSIDAD DEL HORMIGÓN (Kg/m ³)
Liviano	< 1700
Mediano	1700 a 2000
Normal	> 2000

Nota. Tomado del sitio web *Corblock* (2016).

Los Bloques tienen una densidad entre 1700 a 2000 Kg/m³, pero cabe recalcar, que los bloques tienen espacios huecos, que dificultan calcular su volumen, y por esto se tienen datos de cada tipo de bloque en cuanto a su peso por unidad.

Figura 8.

Pesos Unitarios de Bloques



DIMENSIONES DEL BLOQUE			PESO UNITARIO
a	b	c	
20 cm	40 cm	10 cm	8 kg
20 cm	40 cm	15 cm	10 kg
20 cm	40 cm	20 cm	12 kg
20 cm	40 cm	25 cm	14 kg

Nota. Tomado de “Resistencia a la compresión de bloquetas de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, al sustituir el cemento con relave minero en 10 y 20 % - Ancash”. Alva (2021).

2.4. GYPSUM

Desde el punto de vista de la Tesfaye y Balasubramanian (2017), el nombre yeso proviene del latín “gypsum” y del griego “gypsos”, que significa “no inflamable”, sin embargo, existen otras interpretaciones de este origen. La Asociación Técnica y Empresarial del Yeso (2023), señala que el término “yeso” se utiliza para designar tanto un mineral como un producto industrial. Químicamente, este mineral es una piedra natural conformada por sulfato de calcio cristalizado conjuntamente con agua, en la proporción de dos moléculas de agua por cada molécula de sulfato cálcico, es decir, sulfato cálcico dihidratado o doble hidrato, que se define también como aljez o piedra de yeso como se muestra en la Figura 9.

Figura 9.

Mineral de gypsum



Nota. Tomado del sitio web *Reino Minerales* (2023).

El producto industrial es el polvo que se obtiene deshidratando y triturando piedra natural, tal como se observa en la Figura 10, el cual está conformado por diversas fases semihidratadas o anhidras del sistema sulfato cálcico-agua que, al mezclarse con agua tiene la peculiaridad de poder endurecerse mediante procesos físico-químico, denominado fraguado.

Figura 10.

Yeso en forma de polvo



Nota. Tomado del sitio web *MN del Golfo* (2023).

2.4.1. Historia.

El producto que hoy en día conocemos como placa de yeso laminado, nació en el año 1888 en Estados Unidos, como resultado de las investigaciones de Augustine Sackett y Fred L. Kane para la compañía de carbones y asfaltos de Estados Unidos, New York Tar Chemical. La placa de yeso se extendió rápidamente por el mundo, llegando a Sudamérica en la década de 1950. Chile fue el primer país en adoptarla, seguido de Argentina, Brasil, Venezuela y, más recientemente, Colombia, Perú, Ecuador, Uruguay y el resto del continente, incluyendo Centroamérica. En la actualidad, se han instalado más de 100.000 millones de metros cuadrados de placas de yeso en todo el mundo. En los países desarrollados, se considera un material básico y tradicional para la construcción. (Pladur, 2007)

2.4.2. Generalidades.

El sistema de muro seco tipo Gypsum es una solución constructiva versátil que ofrece una amplia gama de ventajas, tanto para la construcción nueva como para la remodelación. Las placas de yeso utilizadas en este sistema son ligeras, fáciles de instalar y ofrecen una excelente resistencia al fuego. Las placas de yeso se pueden utilizar para crear paredes divisorias, techos falsos y revestimientos. Son una excelente opción para viviendas, hoteles, instituciones educativas, centros de salud y otros tipos de edificios. La ductilidad de las placas de yeso permite a los constructores y decoradores crear diseños modernos y vanguardistas. Estas placas son muy populares entre los usuarios, que las aprecian por su versatilidad y facilidad de uso.

El sistema de pared tipo Gypsum es una solución integral que ofrece una serie de beneficios, entre los que se incluyen el control térmico, el aislamiento acústico y la resistencia al fuego. Además, este sistema es estéticamente funcional, lo que lo convierte en una opción atractiva para una amplia gama de aplicaciones y proyectos.

2.4.3. Placa de yeso.

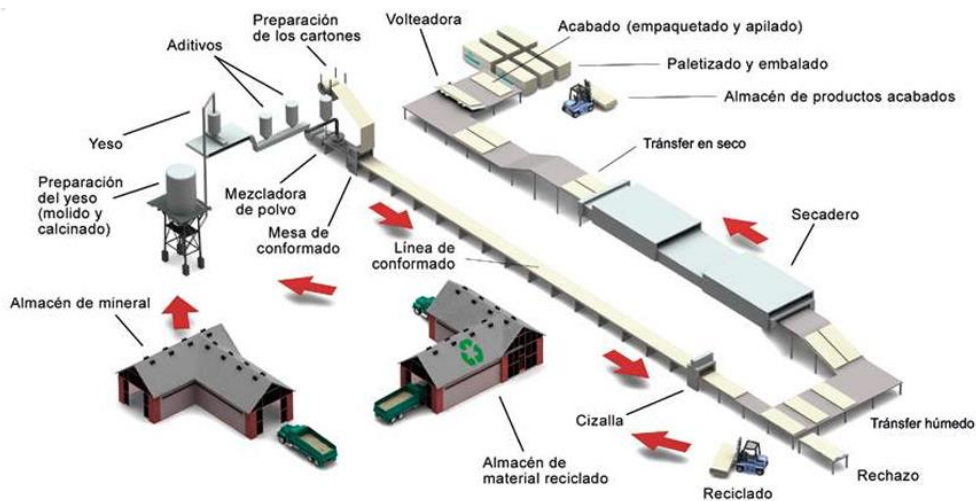
La placa de yeso se compone de un núcleo de roca bihidratado, cuyas caras están revestidas con papel de celulosa especial. Al núcleo de yeso se le incorporan láminas de papel de fibra resistente. La unión entre el yeso y celulosa se forma mediante la mezcla de moléculas de sulfato de calcio que fraguan, penetrando en el papel especial durante el proceso de endurecimiento en el tren formador. De la unión de estos dos materiales, surgen las propiedades (Chipana, 2018).

2.4.4. Proceso de fabricación de la placa de yeso.

La estructura final de las placas de yeso se obtiene mediante un proceso industrial continuo, totalmente automatizado y controlado informáticamente. El mineral de yeso inicialmente se trata para obtener un semihidrato, que se mezcla con agua y aditivos. La mezcla se coloca entre dos láminas de celulosa y se deja fraguar, luego la placa es cortada a la longitud deseada y se seca para obtener sus propiedades mecánicas finales. Posteriormente, se agrupan de dos en dos y se precintan para su almacenamiento y transporte (Placadis SL, 2007).

Figura 11.

Diagrama de flujo del proceso de fabricación de la placa de yeso



Nota. Tomado de “Manual Pladur – Normativa, productos y sistemas”. Pladur (2020).

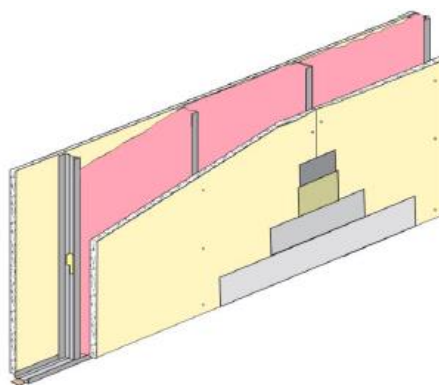
2.5. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES FUNDAMENTALES SOBRE PANELES ESPECIALES LIGEROS

2.5.1. Definición del sistema tipo Gypsum.

Las estructuras de acero galvanizado son un sistema constructivo que consiste en perfiles de acero galvanizado que sirven como base para los materiales que forman las paredes. Los revestimientos de estas estructuras suelen ser planchas de yeso recubiertas de papel reciclado, que se atornillan a la estructura. En el interior de las estructuras de acero galvanizado se pueden instalar elementos aislantes térmicos y acústicos, así como instalaciones sanitarias, eléctricas, etc. Estas estructuras se pueden utilizar tanto como paredes exteriores como interiores, siempre y cuando se utilice el material indicado por el fabricante. (Correa y Machado, 2012).

Figura 12.

Pared de sistema ligero tipo Gypsum



Nota. Tomado del sitio web All-Biz (2023).

2.5.2. Características del sistema tipo Gypsum.

2.5.2.1. Tipos de placas.

Las placas de yeso son un material versátil que ofrece una serie de ventajas. Son agradables al tacto, cálidas, no inflamables, resistentes y aislantes.

Además, son fáciles de manipular y permiten atornillar y recibir cualquier tipo de decoración. Las placas de yeso se fabrican cumpliendo con las más exigentes normas internacionales, como la ASTM.C1396. Se presentan en forma de tableros de ancho estándar de 1220 mm y distintas longitudes y espesores. (Pladur, 2007)

Tabla 2.

Dimensiones Típicas de Placas de Yeso

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES			USOS
	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (mm)	
PLACA ST (Estándar)	2.44	1.22	6.4 (1/4")	Sólo para curvas
			9.5 (3/8")	Cielos rasos
			11 (3/7")	
			12.7 (1/2")	Cielos rasos, paredes divisorias y revestimientos.
			15.9 (5/8")	Paredes divisorias y revestimientos.
PLACA RH (Resistente a la Humedad)	2.44	1.22	12.7 (1/2")	Paredes divisorias para zonas húmedas: baños, cocinas y lavaderos.
			15.9 (5/8")	
PLACA RF (Resistente al Fuego)	2.44	1.22	12.7 (1/2")	En paredes divisorias, cielos rasos o revestimientos que tengan alto riesgo de incendio o que por su uso debe ser "retardador" de fuego.
			15.9 (5/8")	
PLACA ER (Extra Resistente)	2.44	1.22	15.9 (5/8")	En paredes divisorias o revestimientos con alto riesgo de impactos o incendios. Especialmente recomendada para hospitales, hoteles, centros comerciales, cines, viviendas, colegios, universidades, entre otros.
PLACA ERH (Extra Resistente Hidro)	2.44	1.22	15.9 (5/8")	En paredes divisorias o revestimientos con alto riesgo de impactos especialmente para zonas húmedas.
PLACA ACÚSTICA EXSOUND (C10N8, R12N2, R15N1)	2.44	1.22	12.7 (1/2")	Recintos que requieran absorción acústica. Ej. Sala de reuniones, cines, teatros, centros de eventos, entre otros.

Nota. Tomado de "Estudio comparativo de costos entre paneles especiales ligeros, muro seco tipo gypsum, y mampostería tradicional de una edificación". Patrel (2017b).

2.5.2.2. *Peso.*

Las placas están diseñadas para ser lo suficientemente ligeras y fácil de manejar en el área. Al mismo tiempo, su densidad a la vez confiere una gran propiedad a la hora de enfrentarse al sonido como elemento blando a la flexión. La densidad aproximada es de 800 Kg/m³ en las placas tipo Estándar, lógicamente variará según cada tipo, siendo mayor en las placas Especiales, como, por ejemplo, en las Resistentes al Fuego, pudiendo llegar hasta 1000 Kg/m³.

2.5.2.3. *Estabilidad y durabilidad.*

La placa de yeso durará mientras se almacene y sea almacenado de acuerdo con las instrucciones de uso e instalación especificadas en el manual técnico del proveedor. Es estable física como químicamente. Su coeficiente de dilatación es de: 15 x10-6 m/m °C. (Pladur, 2007)

2.5.2.4. *Resistencia y flexibilidad.*

La unión entre el núcleo de yeso y las celulosas especiales multicapas crea un material altamente equilibrado. El núcleo de yeso proporciona resistencia, mientras que las celulosas especiales multicapas proporcionan flexibilidad. Esta combinación permite crear paramentos curvos, que son más estéticos y funcionales que los paramentos rectos. (Pladur, 2007)

2.5.2.5. *Resistencia al uso.*

Las caras del núcleo de la placa de yeso con las láminas multihojas de celulosa especial al ser protegidas confieren a la placa una mayor resistencia al impacto superior que al estucado tradicional de yeso y tradicional revoque. (Gyplac, 2014)

2.5.3. Propiedades del sistema tipo Gypsum.

2.5.3.1. Resistencia al Fuego Placas de Yeso frente al fuego.

Las placas de yeso ofrecen una óptima protección Pasiva y reaccionan favorablemente al fuego, basadas en las características de su refuerzo superficial (celulosa especial multicapa) de alta resistencia mecánica que se combina con la acción del yeso que, de por sí, es un material incombustible. Las placas Resistentes al Fuego, y las Extra-Resistentes, son reforzadas con fibra de vidrio cuya función es aumentar la resistencia estructural de la placa. Su núcleo de yeso bi-hidratado retarda la acción del fuego debido a las dos moléculas de agua de su composición cristalográfica. Al estar la placa de yeso expuesta a la llama, el agua comienza a desprenderse lentamente, evaporándose; durante el proceso de evaporación, que se verifica del lado opuesto a la llama, se mantiene a baja temperatura. (Gyplac, 2014)

2.5.3.2. Aislamiento Acústico.

El control del ruido es fundamental para conseguir un ambiente acústico ideal. Esto se logra mediante la reducción del sonido y el aislamiento. El aislamiento se consigue por medio de las paredes entre ambientes, en el cual el sistema tipo Gypsum resalta en su comportamiento acústico, aun considerando que es liviano, pues el peso de sus placas de yeso debido a su grosor despreciable, y a su capacidad a la flexión que logra que trabaje en contra del sonido, actuando por un lado como una membrana y por otro una importante masa de las estructuras del sistema que conforma, consiguiendo con éstos, funcionar con el efecto ley masa-resorte-masa y alcanzando altos niveles de aislamiento acústico.

2.6. PÓRTICOS DE HORMIGÓN

Empleando las palabras de Titiksh y Gupta (2015), los pórticos de hormigón armado han sido ampliamente utilizados como sistema estructural, ya que poseen una gran capacidad de deformación y disipación de energía, bajo la acción de fuerzas laterales y gravitacionales. En el año 1970, la Universidad de Illinois empleó un simulador de sismo para estudiar la rigidez y energía absorbida de un marco de hormigón reforzado, sometiéndolo a movimientos dinámicos en la base para analizar las respuestas espectrales de este sistema estructural. Lituma y Cañizares (2021), concluyeron que este tipo de pórticos diseñados a momento tienen una gran capacidad de absorción de energía, por lo que su uso en la ingeniería abarca un amplio campo.

Figura 13.

Pórtico de hormigón armado



Nota. Tomado del sitio web *ArchiExpo* (2023).

2.7. CARGAS ESTRUCTURALES

Teniendo en cuenta a ASCE (2005) y BSI (2002), una carga o acción estructural es una fuerza, deformación o aceleración aplicadas sobre un elemento estructural. Para Chachalo (2023), cada uno de estos componentes está constituido por materiales que tienen una forma volumétrica definida y están sujetos a uno o más esfuerzos cuando forman parte de la estructura. Dependiendo su naturaleza, las cargas pueden ser estáticas, repetitivas o cíclicas, y las cargas de impacto pueden distribuirse y concentrarse según la configuración. Todas estas posibles cargas y sus correspondientes factores de seguridad deben tenerse en cuenta durante el diseño de acuerdo con los códigos de construcción específicos.

2.7.1. Pautas y especificaciones con la construcción.

Desde la posición de Unamuno et al. (2018), la NEC es de cumplimiento obligatorio a nivel nacional y debe tomarse en cuenta en todos los procesos de construcción, como lo indica la Disposición General Décimo Quinta del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Por lo que el análisis de diseño estructural del proyecto se apoya substancialmente en la aplicación de esta norma y adicionalmente de la integración de normas extranjeras reconocidas que se utilizan como base para los trabajos preparatorios.

- ✓ NEC (2015) y referencias en el mismo.
- ✓ NEC-SE-HM Estructuras de hormigón armado.
- ✓ NEC-SE-CG Carga no sísmicas.
- ✓ NEC-SE-DS Peligro sísmico – Diseño sismo resistente.
- ✓ NEC-SE-GC Geotecnia y cimentaciones.
- ✓ Requisitos de reglamento para Concreto Estructural ACI 318-14

2.7.2. Tipos de cargas estructurales.

De acuerdo con McCORMAC (2013), estas son fuerzas que actúan sobre una estructura y pueden causar deformaciones o fallas en los elementos estructurales, por lo general, las cargas se clasifican de acuerdo a su naturaleza y duración de aplicación. Como tales, se les denomina:

- a) Cargas muertas (D)
- b) Cargas vivas (L)
- c) Cargas ambientales:
 - ✓ Cargas por viento (W)
 - ✓ Cargas por granizo o ceniza (S)
 - ✓ Cargas por sismo (E)

2.7.2.1. Cargas Muertas (D).

Según lo informado en el código NEC-SE-CG, las cargas muertas también son llamadas como cargas permanentes y están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que tienen un impacto permanente en el edificio. Se trata de elementos como paredes, muros, revestimientos, plomería, instalaciones eléctricas, equipos mecánicos, maquinaria y todos los objetos fabricados por el hombre que se incorporan permanentemente a la estructura. El peso de la estructura se determina mediante la siguiente ecuación:

$$P_p = v * \rho \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

P_p = Peso de la estructura

v = Volumen

ρ = Peso específico

Dado que la carga muerta no cambia con el tiempo y es permanente, el peso de toda la estructura debe calcularse mediante una ecuación, entonces, para aplicar la ecuación, la Tabla 3 establece el peso específico de los materiales utilizados en la construcción.

Tabla 3.

Peso específico del acero y hormigón

Peso específico	Carga (kg/m³)	Carga (Ton/m³)
Acero	7850	7.85
Hormigón	2400	2.4

Nota. Tomado de la norma AISC 2016.

Estas cargas son verticales debidas a los efectos gravitacionales de la masa, o peso de todos los elementos permanentes, ya sean estructurales o no

estructurales que tendrán el mismo peso y localización durante el tiempo de vida útil de la estructura. En la Tabla 4 se tiene los pesos a base de las normas NEC para elementos estructurales y acabados que conforma la estructura.

Tabla 4.

Pesos según la Norma NEC para elementos estructurales

Elementos	Carga (Ton/m³)
Cielorrasos	21
Paredes (estimado)	200
Instalaciones Eléctricas (estimado)	10
Acabado de piso	44

Nota. Tomado de *NEC 2015 del CÓDIGO NEC - SE - CG*

2.7.2.2. Cargas Vivas (L).

Cargas vivas son causadas por el uso sobre la estructura son causadas por materiales u objetos o incluso por personas en constante movimiento, uso y permanencia, tales como cabinas, tabiques y personas que entran y salen del edificio, se consideran cargas vivas. Las cargas de tracción exclusivas en el proyecto son las cargas máximas que se le destinan al edificio a partir del uso que se le va a dar, determinadas en relación con las partes variables y las partes soportadas por el uso. Y no es necesario tener en cuenta cargas ambientales como terremotos, viento o nieve.

Las cargas vivas tomadas de la NEC 2015 del código NEC – SE – CG como se puede ver en la Tabla 5 representa cargas vivas para cubiertas tomando la suma máxima de todas las cargas que pueden ocurrir en un área pequeña, en este caso durante la vida útil de la estructura.

Tabla 5.

Cargas vivas para cubierta u ocupación según la NEC

Cubiertas u Ocupación	Carga uniforme (kg/m²)
Corredores – pasarelas – plataformas para mantenimiento	203.95
Destinadas para área de paseo	305.92
Planas, inclinadas y curvas	71.38
Destinadas en jardinería o patios de reunión	489.45
Plataformas y pasarelas elevadas	305.00

Nota. Tomado de *NEC 2015 del CÓDIGO NEC - SE – CG*

2.7.2.3. Cargas Ambientales

Las cargas accidentales son cargas que eventualmente ocurrirán durante el tiempo real de la estructura, no son constantes, pero pueden alcanzar grandes magnitudes. No está relacionado con el funcionamiento normal de la propiedad y solo sucederá por un corto tiempo.

✓ Cargas por viento (W)

Son cargas vivas, que se aplican perpendicularmente al área de incidencia del viento, se clasifican en dos factores:

- a) **Velocidad máxima del viento.** Sobre el terreno las edificaciones con altura de 10 m, su velocidad máxima, va dependiendo de la zona esta no debe ser menor a 21m/s (75 km/h).
- b) **Velocidad corregida del viento.** La velocidad instantánea máxima es multiplica por el factor de corrección σ como se muestra en la Ecuación, que depende con la altura de edificación y las características ambientales del terreno como lo indica la tabla.

$$V_b = v * \varphi$$

Ecuación 2

Donde:

V_b = Velocidad corregida de viento

v = Velocidad instantánea máxima de viento

φ = Coeficiente de corrección

✓ Cargas de granizo (S)

Las partículas de hielo son cargas vivas distribuidas, que se aplican en las cubiertas. Se toma en cuenta para regiones del Ecuador con más de 1500 msnm, tal como se especifica en el CÓDIGO NEC - SE - CG

La siguiente ecuación establece la carga de granizo (S):

$$s = P_s * H_s \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

s = Carga de granizo

P_s = Peso específico del granizo

H_s = Altura de acumulación

Para cubiertas con pendientes menores del 15%, se debe considerar una carga de granizo mínima de 51 kg/m². Para cubiertas con pendientes menores del 5%, se debe considerar una carga de granizo mínima de 100 kg/m². En sitios donde se considera la carga de granizo, se adiciona una sobrecarga de 1.0 kN/m² los volados, medido desde el borde hacia el apoyo y debe ser no menor a 1000 (mm).

✓ Cargas Sísmica (E)

Según NEC-SE-DS, nos dice que las cargas sísmicas representan “a la carga reactiva por sismo, conocida como W”(NEC-SE-DS, 2015, p. 58)

En este mismo apartado se especifica como podemos determinar el valor de la carga sísmica. Se divide en casos, como son el caso general y casos especiales.

- ✓ **Caso General.** Este caso es utilizado para la mayoría de las edificaciones, donde D; representa la carga Muerta de todo la estructura y L; es la carga viva del piso.

$$W= D+0.25 L \qquad \text{Ecuación 4}$$

- ✓ **Caso Especial.** El caso especial es utilizado para edificaciones utilizadas generalmente para bodega y almacenajes.

$$W= D+0.5L \qquad \text{Ecuación 5}$$

2.7.2.4. *Combinaciones de cargas.*

En la NEC - SE – CG nos afirma que, “Las estructuras, componentes y cimentaciones, deberán ser diseñadas de tal manera que la resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas incrementadas, de acuerdo con las siguientes combinaciones” (NEC, 2015, p. 19).

Las combinaciones que se presentan a continuación son las necesarias para utilizar en nuestra investigación:

Tabla 6.

Combinaciones de cargas

NOMBRE	COMBINACIÓN
Combinación 1	1.4 D
Combinación 2	1.2D+1.6L
Combinación 3	1.2D+L+Ex+0.30Ey
Combinación 4	1.2D+L+0.3Ex+Ey
Combinación 5	0.9D+Ex+0.3Ey
Combinación 6	0.9D+Ey+0.3Ex

D= Carga Muerta
L= Carga Viva
E_x= Carga de Sismo en x
E_y= Carga de Sismo de y

Las ecuaciones presentan combinaciones de cargas tales como cargas de sismo en sentido x, cargas de sismo en sentido y, carga viva y carga muerta.

2.8. CORTANTE BASAL DE DISEÑO V

Para la Norma Ecuatoriana de la Construcción en su capítulo de Cargas Sísmicas- Diseño Sismorresistente nos dice que el cortante basal de diseño “a nivel de cargas últimas, aplicado a una estructura en una dirección especificada, se determinará mediante las expresiones” (NEC-SE-DS, 2015, p. 64).

La fórmula del cortante basal de diseño es la siguiente:

$$V = \frac{ISa(Ta)}{R\phi_p\phi_E}W \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

S_a (T_a) = Espectro de diseño en aceleración

R_{φ_pφ_E} = Coeficientes de configuración en planta y elevación

I = Coeficiente de importancia

R = Factor de reducción de resistencia sísmica

V = Cortante Basal total de diseño

W = Carga Sísmica reactiva

T_a = Periodo de vibración

2.8.1. Espectro de Diseño en Aceleración S_a (T_a).

En la NEC 2015, en su capítulo de cargas sísmicas, manifiesta que este valor estará en dependencia del tipo de suelo y la ocupación de la estructura. Existen dos ecuaciones para encontrar el espectro de aceleración, la utilización de una de ellas estará en dependencia del periodo fundamental de vibración de la estructura (T) y del periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño (T_c).

$$S_a = \eta Z F_a \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c \quad \text{Ecuación 7}$$

$$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad \text{para } T > T_c \quad \text{Ecuación 8}$$

η = Razón entre la aceleración espectral S_a ($T=0.1$ s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.

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

r = Factor usado en el espectro de diseño elástico el cual depende del tipo de suelo utilizado en el estudio

- ✓ $r=1$ para suelo A, B y C
- ✓ $r= 1.5$ para suelo D o E.

T = Periodo fundamental de vibración de la estructura.

T_c = Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el límite de diseño.

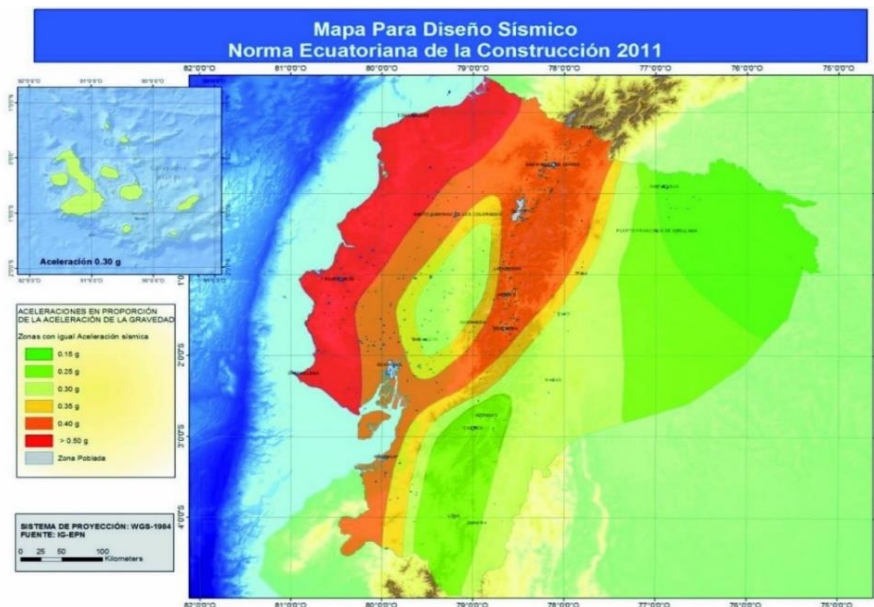
Z = Aceleración máxima en roca esperada para el diseño

2.8.2. Factor de zona Z.

La NEC 2015 en su apartado de cargas sísmicas, nos dice que el valor de la zona Z, estará determinada por una de las seis zonas sísmicas que se muestran en la Figura 14.

Figura 14.

Mapa para diseño sísmico del Ecuador



Se debe considerar que todo el Ecuador es considerado como una amenaza sísmica catalogada como alta, entre esto se divide que el territorio del litoral está en una categoría de amenaza sísmica muy alta.

Tabla 7.

Valores del factor Z según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011.

ZONA SÍSMICA	VALOR FACTOR Z	CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO
I	0.15	Intermedia
II	0.25	Alta
III	0.30	Alta
IV	0.35	Alta
V	0.40	Alta
VI	≥ 0.50	Muy Alta

Nota. Tomado de Peligro sísmico – Diseño sismo resistente. NEC-SE-DS

2.8.3. Coeficientes de perfil de suelo F_a , F_d y F_s .

Los factores de F_a se presentan a continuación los cuales estarán regidos por el tipo de perfil del suelo y el factor Z. Según la NEC-2015 nos dice que “los valores del coeficiente F_a que amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para diseño en roca, tomando en cuenta los efectos de sitio”(NEC-SE-DS, 2015, p. 31).

Tabla 8.

Valores del coeficiente F_a

TIPO DE PERFIL DEL SUBSUELO	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85

Nota. Tomado de Peligro sísmico – Diseño sismo resistente. *NEC-SE-DS*

El factor F_d hace referencia a los desplazamientos para diseño en roca, este factor en donde la NEC-2015 manifiesta que este coeficiente “amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio” (NEC-SE-DS, 2015, p. 31).

Tabla 9.

Valores del coeficiente F_d

TIPO DE PERFIL DEL SUBSUELO	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5

Nota. Tomado de Peligro sísmico – Diseño sismo resistente. *NEC-SE-DS*

El factor F_s representa el comportamiento no lineal de los suelos, el cual de la misma forma está regido por el tipo de perfil del subsuelo y el factor Z .

Tabla 10.

Valores del coeficiente F_s

TIPO DE PERFIL DEL SUBSUELO	ZONA SÍSMICA Y FACTOR Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2

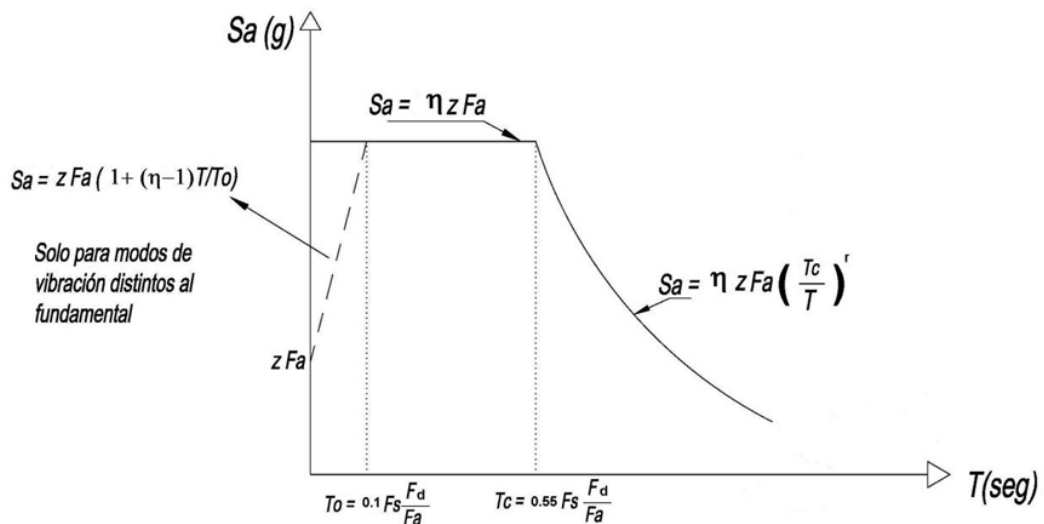
Nota. Tomado de Peligro sísmico – Diseño sísmo resistente. *NEC-SE-DS*

2.8.4. Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones

El espectro de respuesta elástico de aceleraciones S_a , expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño, se proporciona en la Figura 15, consistente con, el factor de zona sísmica Z , el tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura y la consideración de los valores de los coeficientes de amplificación de suelo F_a , F_d , F_s .

Figura 15.

Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño



Dónde:

- ✓ η = Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.
- ✓ F_a = Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo cortó.
- ✓ F_d = Desplazamientos para diseño en roca.
- ✓ F_s = comportamiento no lineal de los suelos.
- ✓ S_a = Espectro de respuesta elástico de aceleraciones.
- ✓ T = Periodo fundamental de vibración de la estructura.
- ✓ T_0 = Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.
- ✓ T_C = Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.
- ✓ Z = Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g .

2.8.5. Determinación del período de vibración T

El período de vibración aproximativo de la estructura T , para cada dirección principal, será estimado a partir del método 1. El valor de T obtenido al utilizar este método es una estimación inicial razonable del período estructural que permite el cálculo de las fuerzas sísmicas a aplicar sobre la estructura y realizar su dimensionamiento.

- ✓ **Método 1.** Para estructuras de edificación, el valor de T puede determinarse de manera aproximada mediante la expresión:

$$T = C_t h_n^\alpha \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

C_t = Coeficiente que depende del tipo de edificio

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

T = Período de vibración

Para:

TIPO DE ESTRUCTURA	C_t	α
ESTRUCTURAS DE ACERO		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
PÓRTICOS ESPECIALES DE HORMIGÓN ARMADO		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros y mampostería estructurales	0.055	0.75

Nota. Tomado de Peligro sísmico – Diseño sismo resistente. *NEC-SE-DS*

2.8.6. Categoría de edificio y coeficiente de importancia I

La estructura por construirse se clasificará en una de las categorías que se establecen en la Tabla 11 y se adoptará el correspondiente factor de importancia I.

Tabla 11.

Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

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

Nota. Tomado de Peligro sísmico – Diseño sismo resistente. *NEC-SE-DS*

2.8.7. Irregularidades y coeficientes en planta

Tabla 12.

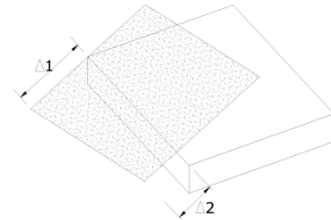
Coefficientes de irregularidad en planta

Tipo 1 - Irregularidad torsional

$$\phi_{pi} = 0.9$$

$$\Delta > 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$$

Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.

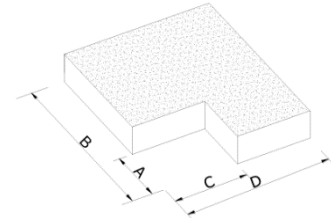


Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas

$$\phi_{pi} = 0.9$$

$$A > 0.15B \text{ y } C > 0.15D$$

La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.



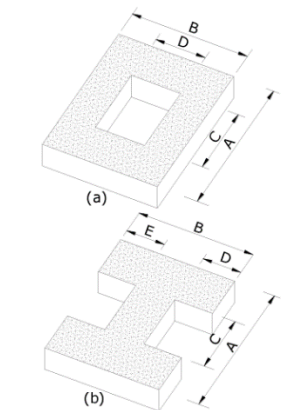
Tipo 3 -Discontinuidades en el sistema de piso

$$\phi_{pi} = 0.9$$

$$a) CxD > 0.5Ax B$$

$$a) [CxD + CxE] > 0.5Ax B$$

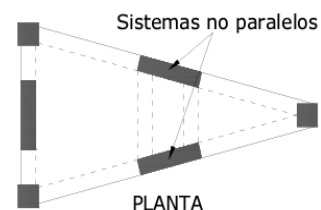
La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.



Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos

$$\phi_{pi} = 0.9$$

La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.



2.8.8. Grupos estructurales de acuerdo con R

Se seleccionará uno de los dos grupos estructurales siguientes, a utilizarse para la edificación:

- ✓ Sistemas estructurales dúctiles (véase Tabla 13)
- ✓ Sistemas estructurales de ductilidad limitada

Tabla 13.

Coefficiente R para sistemas estructurales dúctiles

SISTEMAS ESTRUCTURALES DÚCTILES	R
SISTEMAS DUALES	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
PÓRTICOS RESISTENTES A MOMENTOS	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
OTROS SISTEMAS ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Nota. Tomado de Peligro sísmico – Diseño sismo resistente. *NEC-SE-DS*

2.9. AJUSTE DEL CORTE BASAL DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL ANÁLISIS DINÁMICO

El valor del cortante dinámico total en el base obtenido por cualquier método de análisis dinámico, no debe ser:

- ✓ < 80% del cortante basal V obtenido por el método estático (estructuras regulares).
- ✓ < 85% del cortante basal V obtenido por el método estático (estructuras irregulares).

2.10. LIMITES PERMISIBLES DE LAS DERIVAS DE LOS PISOS

La deriva máxima para cualquier piso no excederá los límites de deriva inelástica establecidos en la tabla siguiente, en la cual la deriva máxima se expresa como un porcentaje de la altura de piso:

Tabla 14.

Valores de Δ_M máximos, expresados como fracción de la altura de piso

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

Nota. Tomado de Peligro sísmico – Diseño sismo resistente. *NEC-SE-DS*

2.11. TORSIÓN

Cuando existe irregularidad torsional (coeficiente de regularidad en planta), los efectos deben ser considerados incrementando la torsión accidental en cada nivel mediante un factor de amplificación torsional A_x , calculado con la expresión:

$$A_x = \left(\frac{\delta_{\max}}{1.2p_{\text{proml}}} \right)^2 \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

- ✓ **A_x** = Factor de amplificación torsional
- ✓ **δ_{prom}**= Promedio de desplazamientos de los puntos extremos de la estructura en el nivel x.
- ✓ **δ_{máx}**= Valor del desplazamiento máximo en el nivel x.

2.12. EL ÍNDICE DE ESTABILIDAD Q_I

Para el piso i y en la dirección bajo estudio, puede calcularse por medio de la ecuación:

$$Q_i = \frac{p_i \Delta_i}{v_i h_i} \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

- ✓ **Q_i**= Índice de estabilidad del piso i, es la relación entre el momento de segundo orden y el momento de primer orden.
- ✓ **P_i**= Suma de la carga vertical total sin mayorar, incluyendo el peso muerto y la sobrecarga por carga viva, del piso i y de todos los pisos localizados sobre el piso i
- ✓ **Δ_i**= Deriva del piso i calculada en el centro de masas del piso.
- ✓ **V_i**= Cortante sísmico del piso i
- ✓ **h_i**= Altura del piso i considerado

2.13. PRESUPUESTO

La Dirección Nacional de Consistencia Presupuestaria (2020), manifiesta que un presupuesto es una herramienta que te permite saber lo que ganas y gastas en un momento dado, cuánto puedes ahorrar para alcanzar tus metas, decidir en qué gastas tu dinero, cuánto necesitas gastar para satisfacer tus necesidades, dónde gastas de

más y tome medidas cuando necesite reducir gastos. Un presupuesto puede ayudar a organizar el dinero para que pueda usarse de manera eficiente, priorizar, reducir el riesgo de incumplimiento y comparar pagos de vez en cuando.

Para Franco (2023), esto significa que, en términos de dinero, el presupuesto se determina de acuerdo con las condiciones del proyecto elegido y los resultados esperados cuando se completa en un período de tiempo determinado. Por ello, la manifestación de este carácter cuantitativo presupone, por tanto, el estricto cumplimiento de los planes y estrategias de negocio que delinear el camino de desarrollo de la empresa. El presupuesto sale del estudio detallado de los planos estructurales, arquitectónicos y van de la mano con los APU (Fermin y Peña, 2022).

2.14. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Vivar (2021), enfatiza que los APUS o también denominados análisis de costo unitario, es una técnica utilizada principalmente en la gestión de proyectos de construcción u obra en países de América Latina. El Análisis de Precio Unitario (APU) como técnica empleada de acuerdo con las buenas prácticas para la gestión de proyectos y según la teoría de la triple restricción, como se muestra en la Figura 16 (Alcance, Tiempo y Costo), así como otras áreas de gestión como riesgos, recursos, calidad, integración, trata de mejorar la precisión de las estimaciones en los procesos de planificación.

Figura 16.

Dimensiones / restricciones de un proyecto



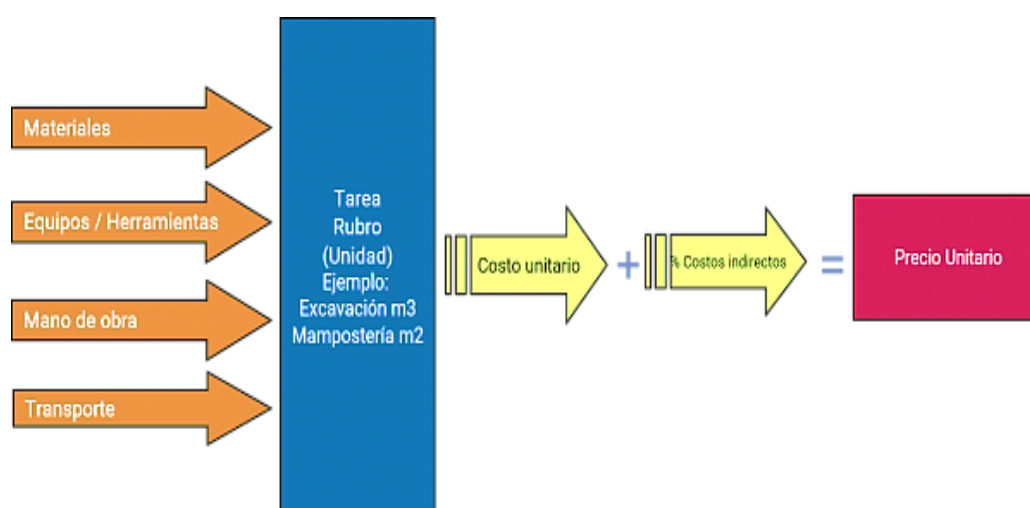
Nota. Tomado de “Análisis de Precios Unitarios”. Vivar (2021).

2.14.1. ¿Cómo se elabora un Análisis de Precio Unitario?

Rivera (2021), considera que, el análisis de precio unitario consiste en desglosar el costo por unidad de medida de cada rubro, identificando los rendimientos, costos y cantidades de cada insumo o material utilizado, determinando así el costo de los distintos componentes del rubro como: mano de obra, materiales, equipos y costos indirectos.

Figura 17.

Esquema de como elaborar un APU



Nota. Tomado de “Análisis de Precios Unitarios”. Vivar (2021).

2.15. CRONOGRAMA VALORADO

Paredes et al. (2020), argumentan que, en la industria de la construcción, planificar y controlar los cronogramas de obra es de suma importancia debido a los errores que pueden ocurrir durante la programación inicial de un proyecto. El cronograma valorado de trabajos nos permite determinar los costos parciales que va a tener cada actividad dentro de un período de tiempo específico, esto dependerá del profesional que programe la obra, ya que esta le servirá como una herramienta de trabajo en la supervisión de la ejecución de obra.

2.15.1. Técnica del Cronograma Valorado.

Urgilés et al. (2018), consideran que esta técnica compara los costos planificados en relación con los costos realmente ejecutados durante el desarrollo del proyecto. El cronograma valorado se calcula a partir del presupuesto del proyecto y representa el flujo de costos distribuido de todas las actividades a lo largo del tiempo.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo.

Como lo hace notar Nicomedes (2018), esta investigación es de tipo aplicada, ya que está orientada a resolver los problemas que se presentan en los procesos de producción, distribución, circulación, y consumo de bienes y servicios de cualquier actividad humana. Además, por basarse en investigaciones originales, puras u originales en ciencia real o formal, el problema o hipótesis de trabajo se crea para resolver el problema de la vida útil de la sociedad.

El propósito de la investigación es aportar con información real acerca de las diferencias a nivel constructivo y de costos de dos casos de edificios aporricados de hormigón con dos sistemas diferentes de mampostería no estructural, el primero con un sistema tradicional empleando bloques de cemento y el segundo con mampostería alivianada con paneles de gypsum.

3.1.2. Nivel.

El estudio corresponde a un nivel de investigación aplicativo, que en la opinión de Flores (2021), es necesario evaluar el éxito de una intervención, tratamiento o resolución de problemas. Es decir, en este nivel se interviene en las unidades de estudio o a la población de estudio, para lograr un resultado positivo y transformar positivamente la realidad.

En la investigación se investiga los costos, tiempos de construcción y las diferencias de los elementos estructurales que presentaría un edificio de pórticos de hormigón armado de cuatro pisos con un mismo diseño arquitectónico, pero

cambiando su sistema de mampostería. Esta investigación se centrará básicamente en dos tipos, el sistema tradicional con bloques de cemento y la mampostería alivianada con paneles de gypsum.

3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Método.

El estudio tiene un método hipotético-deductivo que, según Mendoza (2014), es un procedimiento general que enfatiza mucho la teoría, así como el método deductivo, pero al mismo tiempo requiere la participación crítica de la investigación empírica, como la prueba experimental de las consecuencias de las observaciones derivadas de estas hipótesis.

Esta investigación busca analizar mediante las normativas correspondientes las diferencias existentes entre el uso de dos mamposterías diferentes, de bloque y de gypsum, a nivel constructivo y presupuestario, es decir, contrastar los tamaños de los elementos estructurales, costos de construcción mediante presupuestos y tiempos de construcción a través de un cronograma valorado para buscar la mampostería más eficiente en estos campos.

3.2.2. Enfoque.

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, ya que a juicio de (Hernández et al., 2014), esta ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, otorga control sobre los fenómenos, así como un punto de vista basado en conteos y magnitudes. También, brinda una gran posibilidad de repetición, centrándose en aspectos específicos de tales fenómenos y facilitando comparaciones entre estudios similares. Entonces, basándonos en estos criterios, podremos a través análisis numéricos buscamos presentar los resultados y conclusiones de esta investigación.

3.2.3. Diseño.

Citando a (Agudelo et al., 2008) esta investigación presenta un diseño experimental debido a que se ha ideado con el propósito de determinar, con la mayor confiabilidad posible, relaciones de causa-efecto, por lo que se requiere de una manipulación rigurosa de una o más variables o factores experimentales, y del control directo o por procedimientos estadísticos al azar, de otros factores que pueden afectar el experimento. La investigación plantea llevar a cabo el análisis de dos casos de edificios con el mismo diseño arquitectónico, pero variando sus tipos de mampostería, por lo cual se obtendrán dos resultados diferentes para cada escenario a estudiar (análisis de elementos estructurales, costos y tiempo de construcción).

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1. Población.

Robledo (2004), define como población a un agregado total de casos que cumple con una serie predeterminada de criterios, por lo que cuando hablamos de población no nos referimos de forma exclusiva a seres humanos, sino que también podemos referirnos, por ejemplo, a historias de un hospital, escuelas, edificios, etc. Al identificar una población, el investigador debe especificar los criterios que definen quienes deben incluirse. Basándonos en el criterio del párrafo anterior, podemos considerar que la población del estudio es el conjunto de todas las edificaciones aporticadas de hormigón armado que utilizan mampostería o paneles de gypsum ubicados en el sector Los Matías del cantón Salinas, provincia de Santa Elena.

3.3.2. Muestra.

Dicho con palabras de Gamboa Graus (2018), la muestra es un subconjunto de la población al que se tiene acceso y debe ser representativa de esta porque sobre ella se hacen las mediciones pertinentes, de igual manera este subconjunto puede

ser seleccionado mediante distintos métodos. Entonces, con base a este argumento, se puede definir que la muestra está enfocada a los diferentes sistemas de mampostería empleados en los dos casos.

3.3.3. Muestreo.

López (2004), da a conocer que es el método utilizado para seleccionar a los componentes de la muestra del total de la población. Esta consiste en un conjunto de criterios, reglas y mediante el cual se selecciona un conjunto de elementos de una población que representa lo que está sucediendo en toda esa población. Por lo tanto, la muestra para este estudio se basa en los estándares de los investigadores, siempre procurando que estas representen a la población estudiada.

3.4. UBICACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO

3.4.1. Sector Los Matías – Salinas.

La zona del proyecto “Wilfor Nina Mamani” se encuentra ubicada en el sector Los Matías, manzana 24, solar 7, entre la Av. Carlos Espinoza Larrea y Calle Patricio Laínez cerca de la Unidad Educativa "Rubira" del cantón Salinas, provincia de Santa Elena (Figura 18), el área en donde se sitúa el proyecto consta aproximadamente de unos 500 m² de terreno, donde 160 m² son destinados para la planta baja, 164 m² para la planta tipo y 20,04 m² para las áreas de patio. Las medidas tanto de la planta baja como alta fueron obtenidas en los planos, asimismo, de sus coordenadas (Tabla 15).

Tabla 15.

Coordenadas límites del área del proyecto

N°	Coordenadas UTM WGS 84	
	Norte	Este
1	9755558	505152
2	9755566	505145
3	9755530	505108
4	9755523	505114

Figura 18.

Zona de Estudio 1: Sector Los Matías, manzana 24, solar 7 - Salinas



Nota. Tomado de Google Earth Pro.

3.5. METODOLOGÍA DEL OE.1: DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CADA EDIFICIO (LOSAS, VIGAS, COLUMNAS Y ZAPATAS) Y MODELAMIENTO DE ESTOS EN EL SOFTWARE ETABS EMPLEANDO LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN 2015, PARA COMPARAR EL COMPORTAMIENTO Y DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Para alcanzar el objetivo propuesto, es necesario tomar un plano arquitectónico de un edificio modelo para realizar el estudio de cargas y proceder al predimensionamiento de elementos estructurales como columnas, vigas, losas y cimentaciones, siguiendo la normativa planteada por la NEC 2015, complementándolo con el modelamiento en el programa ETABS para comparar los comportamientos de cargas ante un sismo.

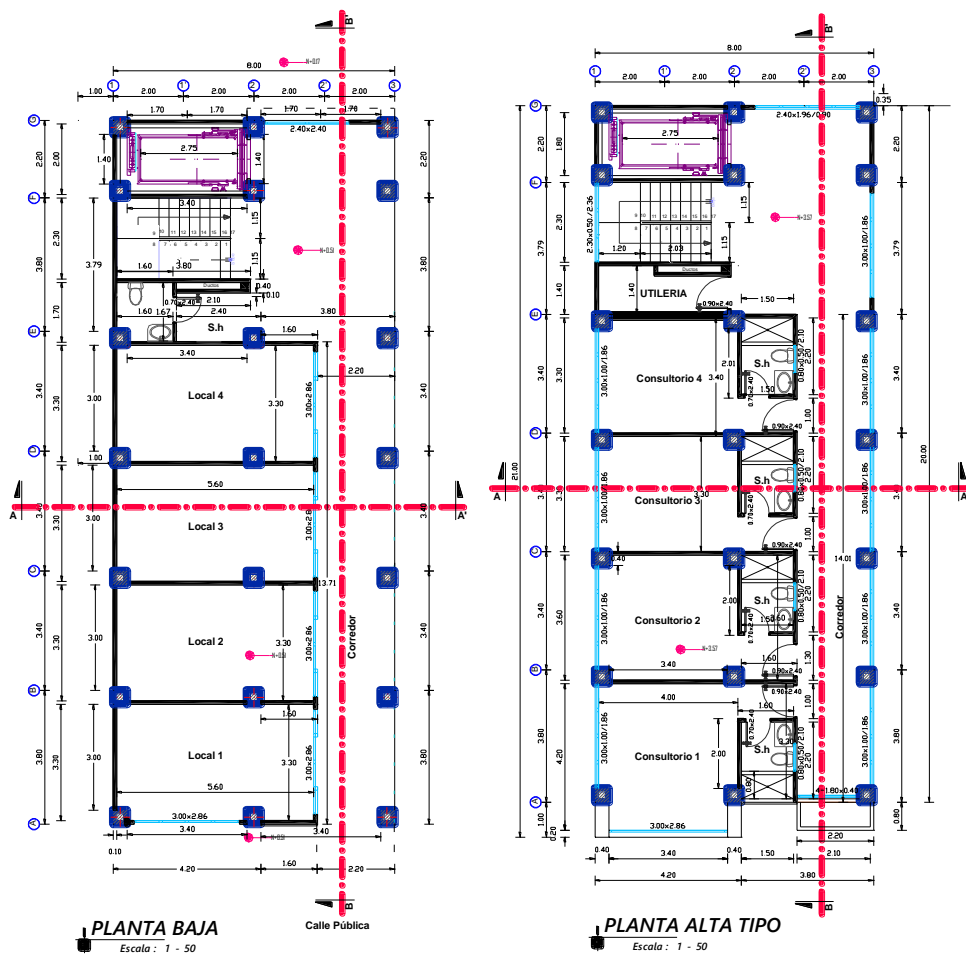
Para evitar confusiones, dado que se deben diseñar dos edificaciones, llamaremos a la estructura aperticado de hormigón armado con mampostería de bloque como “Caso A” y en la que se utilizan paneles de gypsum como tabiquería, se la llamará “Caso B”.

3.5.1. Descripción del edificio modelo.

Para el estudio de esta tesis se ha utilizado un edificio con un área total de construcción de 640 m² repartidos en cuatro pisos, de los cuales la planta baja está destinada para uso comercial y las demás plantas están destinadas para el uso de consultorios. Para el diseño de los elementos estructurales se tomó la resistencia del hormigón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, y del acero de $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 19.

Diseño arquitectónico de la planta baja y planta alta del edificio



Nota. Tomado del plano arquitectónico de Segovia (2021).

Para el módulo de la elasticidad es calculado con la fórmula propuesta en el ACI 318-19:

$$E_c = 15100 * \sqrt{f'c} \qquad E_c = 15100 * \sqrt{280} \text{ Ecuación 12}$$

$$E_c = 252671.33 \text{ kg/cm}^2$$

3.5.2. Diseño de los elementos estructurales para edificio aporricado de hormigón armado con mampostería de bloque.

Para el diseño de elementos estructurales, es importante determinar las cargas gravitacionales, para luego realizar el predimensionamiento de los elementos estructurales, con ayuda de esto ya podemos realizar el modelamiento en el programa ETABS y verificar los aspectos sísmicos, teniendo bien definido estos criterios podemos realizar el diseño de hormigón armado.

3.5.2.1. Determinación de cargas.

Para determinar las cargas es un paso fundamental en el diseño de los elementos estructurales, puesto que señala las cargas que soportara dicho elemento, en este estudio se tomaran en consideración cargas vivas y cargas muertas, mismas que se detallan a continuación:

a) **Cargas vivas.** Los valores de cargas vivas se tomaron según la ocupación a la que se destina el edificio a partir de las recomendaciones de la NEC-SE-CG, para nuestro caso, el piso uno se diseña para locales y para los pisos dos, tres y cuatro se diseña para consultorios y corredores. A continuación, en la Tabla 16 se presenta detalladamente las cargas vivas a utilizar:

Tabla 16.

Carga viva: sobrecargas mínimas

CARGA VIVA	
Almacenes: Ventas al por menor-primer piso	489,47 kg/m ²
Hospitales: Sala de pacientes.	203,94 kg/m ²
Corredores en pisos superiores a la planta baja.	407,89 kg/m ²
Cubiertas planas, inclinadas y curvas.	71,38 kg/m ²

Nota. Tomado de la Norma NEC-SE-CG Cargas no sísmicas.

Para el cálculo de la carga viva del piso dos, tres y cuatro, se promediará la carga de sala de pacientes y la carga de corredores, quedando las cargas de esta manera:

Tabla 17.

Carga viva por piso

CARGA VIVA POR PISO	
1er Piso	489.47 kg/m ²
2do Piso	305.916 kg/m ²
3er Piso	305.916 kg/m ²
4to Piso	305.916 kg/m ²
Cubierta	71.3804m ²

- b) **Cargas muertas.** Para el cálculo de cargas hay que tener en consideración los diferentes materiales que conforman el edificio con el respectivo peso propio tomando en cuenta los pesos propios que recomienda la NEC-15.

Para la mampostería del Caso A, se consideró el peso de bloque de hormigón alivianado de 85 kN/m³ mientras que para el caso B del sistema de tabiquería liviana de gypsum o drywall, se consideró el peso propio según lo expuesto por Quesquén (2019), en su trabajo “El sistema Drywall como Alternativa Constructiva Sostenible en Edificaciones de Viviendas en el distrito de Chiclayo – Lambayeque” donde expresa que el peso propio de 23.09 Kg/m² y 24.67 Kg/m² para las paredes interiores y exteriores de gypsum respectivamente. Teniendo estos datos se calculó el peso por cada metro cuadrado según los pisos, dándonos los siguientes datos:

Tabla 18.

Peso de mampostería por cada metro cuadrado según los pisos

PESO DE PARED POR CADA m²		
#PISO	CASO A	CASO B
Planta Baja:	151,00 kg/m ²	36,48 kg/m ²
2do Piso:	200,38 kg/m ²	35,40 kg/m ²
3er Piso:	200,38 kg/m ²	35,40 kg/m ²
4to Piso:	200,38 kg/m ²	35,40 kg/m ²
TOTAL:	752,15 kg/m ²	142,68 kg/m ²

Para el enlucido se consideró cemento compuesto y arena 1:3 a 1:5 de 20 kN/m³ y después se realizó el cálculo de peso por metro cuadrado este dato se consideró para el caso A:

Tabla 19.

Peso de enlucido por cada metro cuadrado según los pisos.

PESO DEL ENLUCIDO POR CADA M²	
Planta Baja:	58,13 kg/m ²
2do Piso:	78,32 kg/m ²
3er Piso:	78,32 kg/m ²
4to Piso:	78,32 kg/m ²
TOTAL:	293,11 kg/m ²

Para el caso B no se calcula peso de enlucido.

Para la escalera se consideró el peso de 2400 kg/m³ para hormigón armado y su volumen, para luego calcular el peso por cada metro cuadrado de construcción por piso:

Tabla 20.

Peso de escalera por cada metro cuadrado según los pisos

PESO DE ESCALERA POR CADA M²	
W Total (V*Yh)	4519,56 kg
W por m² (W Total/área de piso)	26,90 kg/m ²

La cubierta está constituida por estructura metálica y planchas onduladas de acero galvanizado, además existe un frontón hecho de bloque y enlucido para el Caso A, por lo que usamos el peso unitario del bloque hueco de hormigón alivianado y mortero de cemento dispuestos por la NEC; para el Caso de B se consideró placas de gypsum con los pesos mencionados anteriormente, luego calculamos sus áreas y luego calculamos el peso por metro cuadrado por piso:

Tabla 21.

Peso de cubierta por cada m²

PESO DE CUBIERTA POR CADA M²		
	CASO A	CASO B
Cubierta	150,00 kg/m ²	150,00 kg/m ²
Frontón	47,76 kg/m ²	9,06 kg/m ²

3.5.2.2. Predimensionamiento de elementos estructurales.

El predimensionamiento de elementos consiste en calcular de manera aproximada de los elementos estructurales.

a) Predimensionamiento de losa.

Dadas las dimensiones del edificio y por la ubicación de las columnas, se optó por realizar una losa nervada en una dirección, para lo cual, se tuvieron que dividir los vanos 1-2 y 2-3 para que se cumpla con la condición siguiente:

$$\frac{CL}{CC} \geq 2 \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

Obtenemos que:

CL= Claro largo= 3.15

CC= Claro corto= 1.55

$$\frac{CL}{CC} = 2.03 \geq 2$$

Entonces decimos que cumple la condición para realizar una losa nervada en una dirección.

Para el cálculo de la altura mínima h_{min} de la losa se tomará en consideración la norma ACI 318-19, capítulo 7 tabla 7.3.1.1 Espesor mínimo de losas macizas en una dirección, por lo que obtendremos que:

Tabla 22.

Altura mínima h_{min} según la Norma ACI 318-19

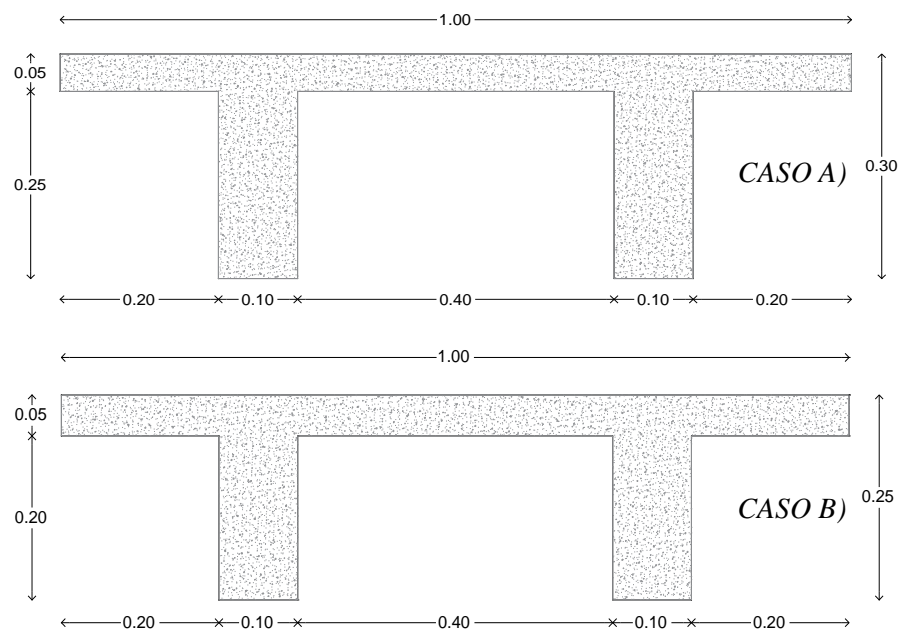
ALTURA MÍNIMA SEGÚN LA NORMA ACI 318-19							
L (m)	1	3,4	3,8	3,4	3,4	3,8	2,2
Formula	L/10	L/24	L/28	L/28	L/28	L/28	L/24
h (m)	0,100	0,142	0,136	0,121	0,121	0,136	0,092
h (m)	0,100	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,100

ALTURA MÍNIMA	
ESPESOR	0.1417 m
ESPESOR	14.17 cm

Para el caso A proponemos una altura de 30 cm y para el caso B una altura de 25 cm, ambas con una sección transversal “T” (Figura 20).

Figura 20.

Dimensiones de la sección trasversal “T” (CASO A y B)



Para el cálculo de la inercia consideraremos:

$$\bar{Y}_{CG} = \frac{\sum \text{Areas} * \text{Centroide}}{\text{Área Total}} \quad \text{Ecuación 14}$$

Para el caso A tenemos:

$$\bar{Y}_{CG} = \frac{\left(0.25 * 2 * 0.1 * \frac{0.25}{2}\right) + 1 * \left(0.05 * \left(0.30 - \left(\frac{0.05}{2}\right)\right)\right)}{(0.25 * 2 * 0.1) + (1 * 0.05)} = 0.2$$

Y para el caso B tenemos:

$$\bar{Y}_{CG} = \frac{\left(0.20 * 2 * 0.1 * \frac{0.20}{2}\right) + (1 * 0.05 * (0.25 - \left(\frac{0.05}{2}\right))}{(0.25 * 2 * 0.1) + (1 * 0.05)} = 0.17$$

El teorema de los ejes paralelos permite relacionar las inercias de la sección inicial en “T” con una sección rectangular de una losa maciza, esto se lo realiza para simplificar el modelamiento en el programa ETABS.

$$I_{CT} = \sum IC + A * d^2$$

Ecuación15

$$I_{CT} = \left| \left(\frac{b * h^3}{12} \right) + (b * h) * (\bar{Y}_{CG} - \bar{Y})^2 \right|$$

Entonces para el caso A calculamos:

$$I_{CT} = \left| \left(\left(\frac{10 * 25^3}{12} \right) + (10 * 25) * (20 - 12.5)^2 \right) + \left(\left(\frac{100 * 5^3}{12} \right) + (100 * 5) * (27.5 - 20)^2 \right) \right| = 83333.33 \text{ cm}^4$$

y para el caso B obtendríamos:

$$I_{CT} = \left| \left(\left(\frac{10 * 20^3}{12} \right) + (10 * 20) * (20 - 10)^2 \right) + \left(\left(\frac{100 * 5^3}{12} \right) + (100 * 5) * (22.5 - 20)^2 \right) \right| = 49097.22 \text{ cm}^4$$

Con la ayuda de la inercia calculada, hallaremos la altura equivalente a una losa maciza, siempre y cuando se cumpla la condición de que la altura calculada sea menor a la altura mínima. Este valor nos ayudara a realizar

el modelamiento en ETABS, ya que, en el programa, solo se pueden dibujar losas macizas.

$$h_{cal} = \sqrt[3]{\frac{12 * I}{b}} ; h_{cal} > h_{min} \quad \text{Ecuación 16}$$

Para en caso A obtendremos:

$$h_{cal} = \sqrt[3]{\frac{12 * 83333,33}{100}}$$

$$h_{cal} = 21,54 \approx 22 \text{ cm}$$

$$h_{cal} > h_{min}$$

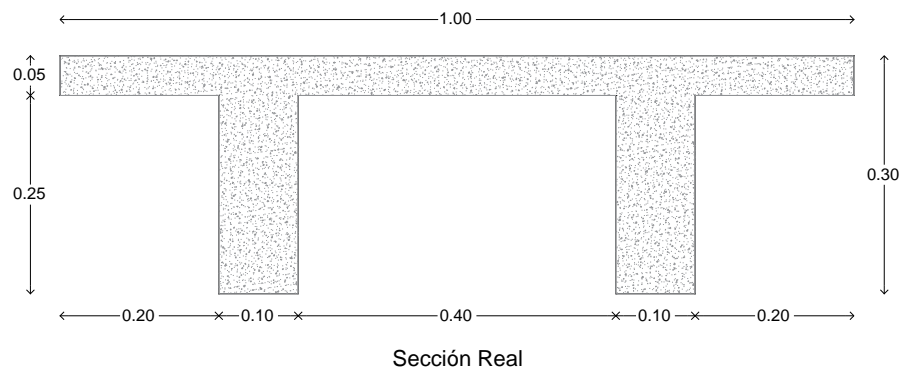
$$22 \text{ cm} > 14,17 \text{ cm}$$

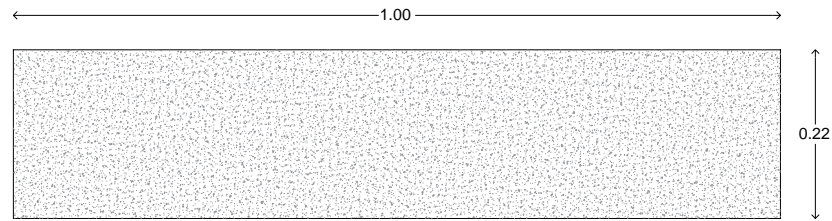
✓ **Cumple**

Podemos decir entonces que para una losa alivianada de 30 cm es equivalente a una losa maciza de 22 cm.

Figura 21.

Dimensiones de la sección transversal "T" y losa maciza (CASO A)





Sección Equivalente

Ahora calcularemos la altura para el caso B

$$h_{cal} = \sqrt[3]{\frac{12 * 49097,22}{100}}$$

$$h_{cal} = 18,06 \approx 18 \text{ cm}$$

$$h_{cal} > h_{min}$$

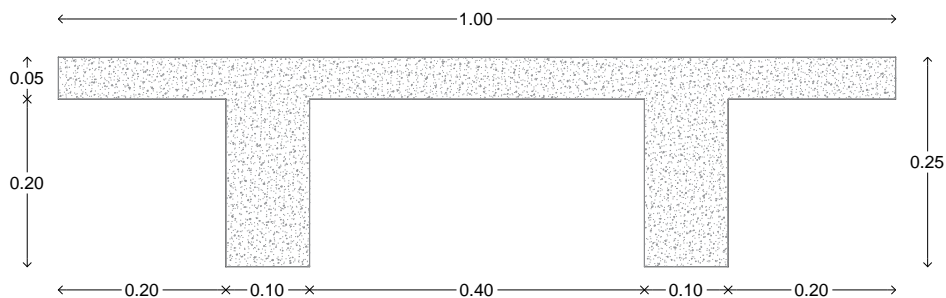
$$18 \text{ cm} > 14.17 \text{ cm}$$

✓ **Cumple**

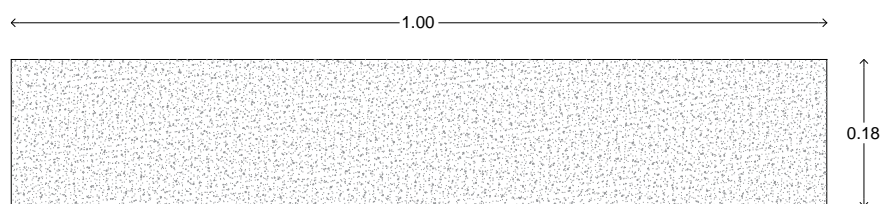
Podemos decir entonces que para una losa alivianada de 25 cm es equivalente a una losa maciza de 18 cm.

Figura 22.

Dimensiones de la sección transversal "T" y losa maciza (CASO B)



Sección Real



Sección Equivalente

A continuación, mostraremos los pesos muertos para los casos A y B

Tabla 23.

Cargas muertas de propia losa.

PESO PROPIO DE LA LOSA				
	CASO A		CASO B	
Loseta	120,00	kg/m ²	120,00	kg/m ²
Nervios	120,00	kg/m ²	96,00	kg/m ²
TOTAL	240,00	kg/m ²	216,00	kg/m ²

b) Predimensionamiento de vigas. Para el predimensionamiento de vigas hay que tomar en cuenta las cargas vivas y muertas que va a tolerar el elemento.

Para el caso A tenemos que:

Tabla 24.

Análisis y resumen de carga muerta Caso A.

ANÁLISIS DE CARGA MUERTA			
	PISO 1	PISO 2-3	PISO 4
LOSA	240.00 kg/m ²	240.00 kg/m ²	240.00 kg/m ²
MAMPOSTERÍA	151.00 kg/m ²	200.38 kg/m ²	32.78 kg/m ²
ENLUCIDO	58.13 kg/m ²	78.32 kg/m ²	14.98 kg/m ²
ESCALERA	26.90 kg/m ²	26.90 kg/m ²	0kg/m ²
CUBIERTA	0 kg/m ²	0 kg/m ²	150 kg/m ²
TOTAL	476.03 kg/m²	545.61 kg/m²	437.76 kg/m²

Y para el caso B tenemos:

Tabla 25.

Análisis y resumen de carga muerta del Caso B.

ANÁLISIS DE CARGA MUERTA			
	PISO 1	PISO 2-3	PISO 4
LOSA	216.00 kg/m ²	216.00 kg/m ²	216.00 kg/m ²
MAMPOSTERÍA	36.48 kg/m ²	35.40 kg/m ²	9.06 kg/m ²
ESCALERA	26.90 kg/m ²	26.90 kg/m ²	0kg/m ²
CUBIERTA	0 kg/m ²	0 kg/m ²	150 kg/m ²
TOTAL	279.38 kg/m²	278.30 kg/m²	375.06g/m²

Las cargas vivas para utilizar se presentan en la Tabla 17.

Para continuar con el proceso de predimensionamiento de vigas, realizaremos la mayoración de cargas gravitacionales siguiendo la formula:

$$U = 1.2D + 1.6L \quad \text{Ecuación 17}$$

En donde D corresponde a las cargas muertas y L a las cargas vivas.

Tabla 26.

Combinaciones de carga del Caso A.

COMBINACIONES DE CARGA			
	D (kg/m²)	L (kg/m²)	wu=1.2D+1.6L
1er Piso	476.03	489.47	1354.39 kg/m ²
2do Piso:	545.61	305.92	1144.20 kg/m ²
3er Piso:	545.61	305.92	1144.20 kg/m ²
4to Piso:	437.76	71.38	639.52 kg/m ²
Total	2005.01	1172.68	4282,30 kg/m²

Tabla 27.

Combinaciones de carga del Caso B.

COMBINACIONES DE CARGA			
	D (kg/m ²)	L (kg/m ²)	wu=1.2D+1.6L
1er Piso	279.38	489.47	1118.40 kg/m ²
2do Piso:	278.30	305.92	823.43 kg/m ²
3er Piso:	278.30	305.92	823.43 kg/m ²
4to Piso:	375.06	71.38	564.28 kg/m ²
Total	1211.05	1172.68	3329.54 kg/m ²

para determinar la carga ultima usaremos la fórmula:

$$qu = U * A_T \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde:

U: Carga mayorada por piso

A_T: Área tributaria

Con los datos que obtendremos, podremos también calcular los momentos últimos que soportan las vigas.

$$Mu = \frac{qu * L^2}{10} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

Mu: Momento ultimo

L: Longitud más crítica de viga

Para el dimensionamiento de la viga podemos utilizar la siguiente ecuación:

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\varphi * b * f'c * \omega * (1 - 0.59\omega)}} + rec \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde:

φ : Factor de reducción de resistencia

$f'c$: Resistencia de Compresión

b : Base de la viga

ω : Cuantía de refuerzo igual a 0.18

A continuación, presentamos las dimensiones de vigas para cada Caso:

Tabla 28.

Dimensión de vigas de borde y vigas de interiores.

DIMENSIÓN DE VIGAS				
EJE	CASO A		CASO B	
	B	H	B	H
EJE A-G	40	40	30	40
EJE 1-3	40	40	30	40
EJE B-C-D-E-F	40	45	35	45
EJE 2	40	55	35	50
EJE A'	30	30	25	30

- c) **Predimensionamiento de columnas.** Para el predimensionamiento de columnas se calculó el área de la columna según la formula:

$$A_{columna} = \frac{Pu}{0.25 * f'c} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

$Pu = A_T * Wu$; A_T corresponde al área tributaria y Wu es la carga última

$f'c$: Resistencia a la compresión del concreto

Las columnas para diseñar serán cuadradas, por lo tanto, para calcular los lados utilizaremos la fórmula:

$$b = \sqrt{A_{columna}} \quad \text{Ecuación 22}$$

A continuación, se presenta un cuadro de las dimensiones de las columnas para ambos casos:

Tabla 29.

Dimensiones de columnas esquineras, bordes y centrales.

DIMENSIÓN DE COLUMNAS				
EJE	CASO A		CASO B	
	B	H	B	H
CENTRALES	35.00	50.00	35.00	45.00
BORDE Y ESQUINERAS	35.00	50.00	35.00	45.00

3.5.2.3. Análisis sísmico.

Para realizar el análisis sísmico, es necesario considerar ciertos parámetros que detallaremos a continuación:

- a) **Factor de zona Z.** La peligrosidad sísmica del Ecuador está especificada en el mapa de zonificación sísmica en la Norma NEC-SE-DS Peligro Sísmico, que proporciona el valor de Z, que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño. De acuerdo con la ubicación del proyecto y a la normativa mencionada, el valor $Z=0.5$ que corresponde a una zona de intensidad de grado IV con caracterización del peligro sísmico muy alta.
- b) **Tipo de perfil de suelo para diseño sísmico.** Según la Norma Ecuatoriana de construcción, el suelo sobre el que estará cimentada la edificación es un suelo tipo D.

- c) **Coefficientes sísmicos de perfil de suelo Fa, Fd, y Fs.** Los coeficientes de perfil de suelo se determinan según la peligrosidad sísmica y el tipo de suelo, como la NEC lo estipula en las Tablas 8, 9 y 10 presentadas en el marco teórico. A continuación, se presenta los valores para nuestro caso:

Tabla 30.

Valores de coeficientes del perfil de suelo Fa, Fd, Fs.

COEFICIENTES DE PERFIL DE SUELO	
Fa	1,12
Fd	1,11
Fs	1,4

- d) **Coefficiente de importancia I.** Este coeficiente se determina según la categoría del edificio, para nuestro caso, se tomará la categoría de edificaciones esenciales y, por lo tanto, $I=1.5$.
- e) **Coefficiente de configuración en planta ϕ_{Pi} y en elevación ϕ_{Ei} .** Estos coeficientes buscan penalizar las irregularidades que se presentan en la edificación e incrementar el valor del cortante de diseño. La NEC describe estas irregularidades en la Tabla 12 presentada en el marco teórico. A continuación, se exponen los valores para nuestro caso:

Tabla 31.

Coefficientes de irregularidad

COEFICIENTES DE IRREGULARIDAD	
ϕ_{Pi}	0.9
ϕ_{Ei}	1

- f) **Factor de reducción de resistencia sísmica R.** Para el valor de R se debe considerar el tipo de estructura, por lo que para nuestro caso R tendrá un valor de 8.

g) **Razón de amplificación espectral η .** Dado que nuestra zona de estudio está en una provincia de la costa tomaremos para $\eta=1.80$.

h) **Factor r.** El factor r dependerá de la ubicación del proyecto, para nuestro caso, por tratarse de un suelo tipo D, nuestro factor $r=1$.

i) **Periodos límites de vibración.** Los periodos de vibración se calculan con las siguientes formulas:

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{Fd}{Fa} \quad \text{Ecuación 19}$$

$$T_o = 0.10 * F_s * \frac{Fd}{Fa} \quad \text{Ecuación 20}$$

$$T_L = 2.4 * Fd \quad \text{Ecuación 21}$$

A continuación, se presenta los resultados de los periodos vibración

Tabla 32.

Periodos de vibración

PERIODOS DE VIBRACIÓN	
To	0,14
Tc	0,76

j) **Periodo fundamental de vibración de la estructura.** El valor T nos permitirá determinar el valor de Sa. Para calcular T usaremos la fórmula:

$$T = C_t * h_n^\alpha \quad \text{Ecuación 9}$$

En donde:

$$C_t = 0.055$$

$$\alpha = 0.9$$

$$h_n = 12\text{m}$$

Entonces T será:

$$T = 0.51$$

k) **Espectro elástico horizontal de aceleración S_a .** Para el cálculo de S_a , se deberán tomar en cuenta los factores sísmicos calculados anteriormente, puesto que:

$$S_a = \eta * Z * Fa; \quad \text{cuando } 0 \leq T \leq T_c \quad \text{Ecuación 7}$$

Entonces:

$$S_a = 1.008$$

También se debe considerar que:

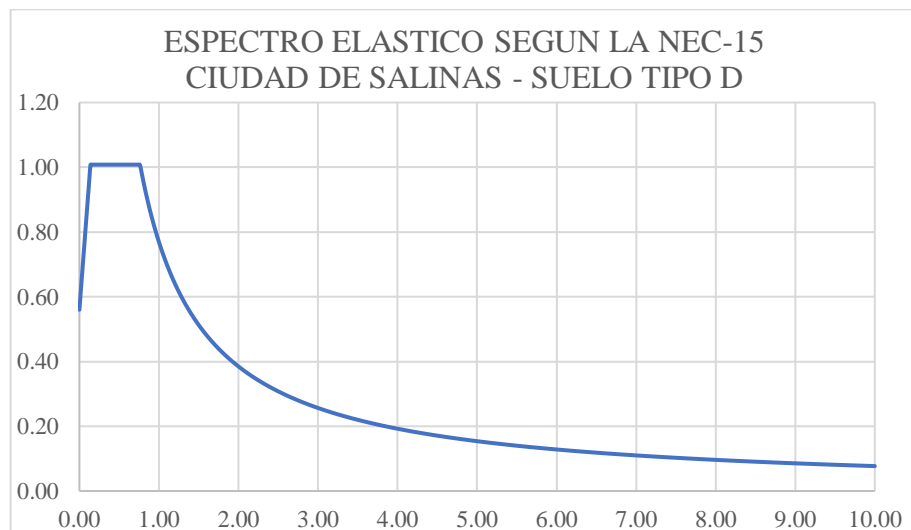
$$S_a = \eta Z F a \left(\frac{T_c}{T} \right)^r; \quad \text{cuando } T > T_c \quad \text{Ecuación 8}$$

Entonces:

$$S_a = 1.49$$

Figura 23.

Espectro Elástico según la NEC-15 - Ciudad de Salinas



- 1) **Análisis Modal Espectral.** El análisis modal espectral deberá ser calculado para ingresar los datos del Espectro Inelástico al programa ETABS para el modelamiento de la estructura. Se consideró un factor de reducción $R=8$ como se lo mencionó anteriormente:

Tabla 33.

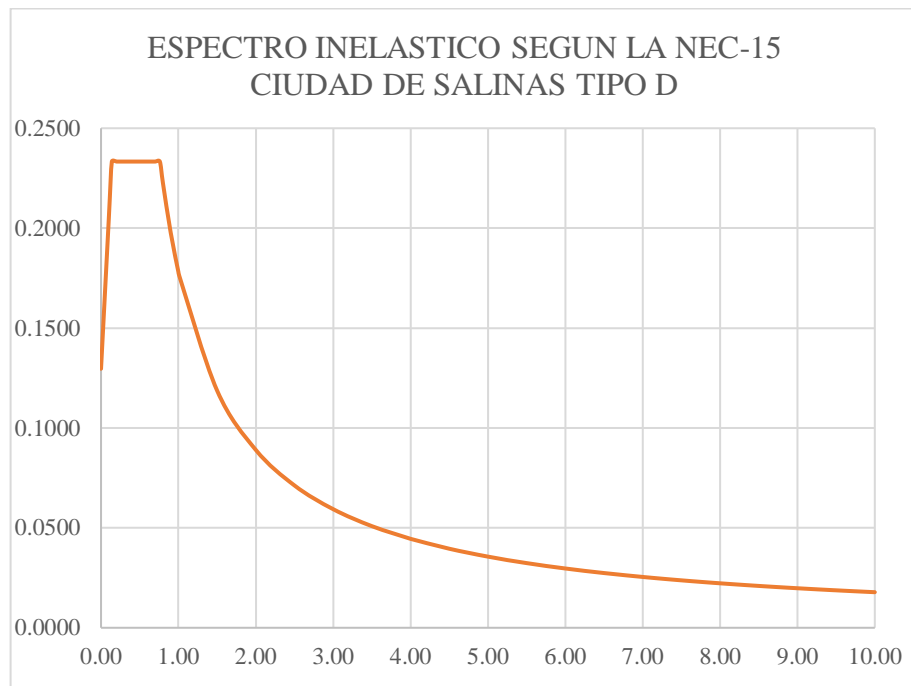
Espectro elástico por factor de reducción $R=8$

T	S_a	V
0,00	0,56	0,1296
0,10	0,88	0,2044
0,14	1,01	0,2333
0,20	1,01	0,2333
0,30	1,01	0,2333
0,40	1,01	0,2333
0,50	1,01	0,2333
0,51	1,01	0,2333
0,60	1,01	0,2333
0,70	1,01	0,2333
0,76	1,01	0,2333
0,80	0,96	0,2226
0,90	0,85	0,1978
1,00	0,77	0,1781
1,01	0,76	0,1763
1,50	0,51	0,1187
2,00	0,38	0,0890
2,50	0,31	0,0712
3,00	0,26	0,0594
3,50	0,22	0,0509
4,00	0,19	0,0445
4,01	0,19	0,0444
4,50	0,17	0,0396
5,00	0,15	0,0356
5,50	0,14	0,0324
6,00	0,13	0,0297
6,50	0,12	0,0274
7,00	0,11	0,0254

En la gráfica se observan los valores calculados anteriormente:

Figura 24.

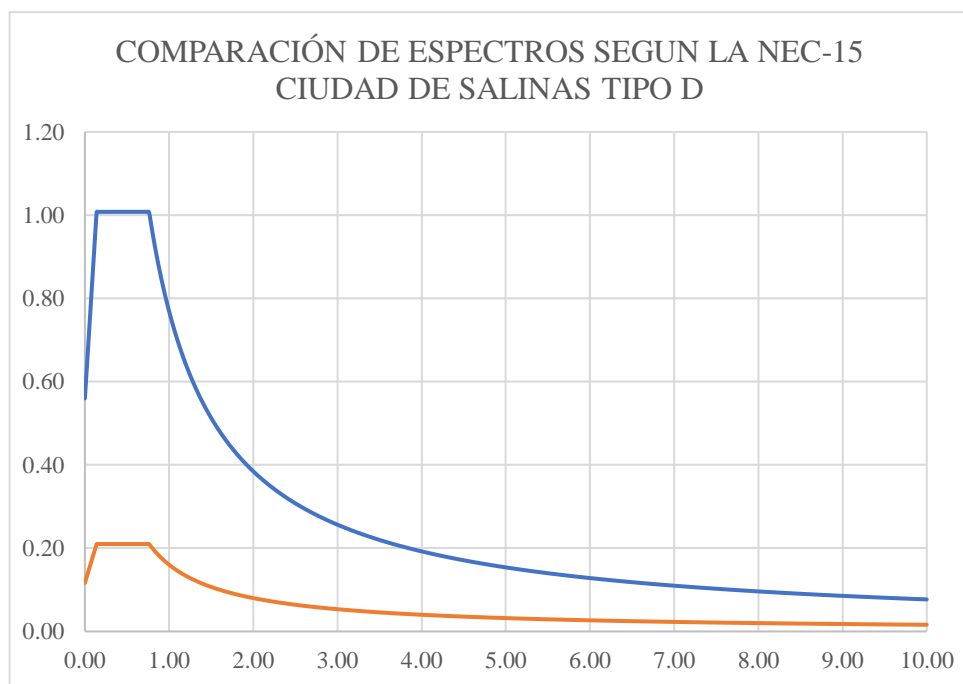
Espectro Inelástico según la NEC-15 - Ciudad de Salinas



A continuación, presentaremos la gráfica que nos permite observar las diferencias entre el espectro elástico y el inelástico:

Figura 25.

Comparación de espectros según la NEC-15 - Ciudad de Salinas



m) **Cortante Basal.** Luego de realizar el modelamiento en el software ETABS, procederemos a calcular el cortante basal estático, con la ecuación que establece la Norma Ecuatoriana de la construcción para Cortante Basal mostrada a continuación:

$$V = Cs * W \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

$$Cs = \frac{ISa}{R\phi_P\phi_E} \quad \text{Ecuación 26}$$

Cs: coeficiente sísmico.

$$Cs = 0.21$$

El valor de W es la carga muerta total de la estructura más el veinticinco por ciento de la carga viva del edificio de hormigón armado. Este valor lo obtendremos de las tablas arrojadas del modelamiento realizado en el software ETABS.

Tabla 34.

Cortante basal

	Cortante basal	
	CASO A	CASO B
Cs	0.21	0.21
W	673902.99kg	506354.96kg
V	141519.63 kg	106334.5414 kg

n) **Verificación del Coeficiente Sísmico.** Para verificar el coeficiente sísmico, es necesario conocer el cortante basal arrojado por ETABS, para luego relacionarlo con el cortante basal calculado.

Tabla 35.*Corrección del coeficiente sísmico*

CORRECCIÓN DEL COEFICIENTE SÍSMICO		
	CASO A	CASO B
$V_{\text{calculado}}$	141519.63 kg	106334.5414 kg
V_{ETABS}	138738.122 kg	103831.1858 kg
$V_{\text{calculado}} / V_{\text{ETABS}}$	1.02	1.024
Corrección del Cs	0.214	0.215

- o) **Corrección del cortante basal dinámico.** Para la corrección del cortante basal dinámico, la norma NEC la establece para estructuras regulares de menos de un 80%.

Tabla 36.*Resultados obtenidos del software ETABS del CASO A*

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROGRAMA ETABS				
Output Case	Case Type	Step Type	FX kgf	FY kgf
Ex	LinRespSpec	Max	115518.6154	1968.5082
Ey	LinRespSpec	Max	1968.5082	133517.8563

CORRECCIÓN DEL CORTANTE BASAL DINÁMICO		
%	80	Regular
V	115372.192	kg
fx	0.999	
fy	0.864	

No se realizan correcciones por que los valores no son mayores que uno.

Tabla 37.*Resultados obtenidos del software ETABS del CASO B*

Resultados obtenidos en el programa ETABS				
Output Case	Case Type	Step Type	FX kgf	FY kgf
Ex	LinRespSpec	Max	86192.9503	984.5504
Ey	LinRespSpec	Max	984.5504	98518.7495

**CORRECCIÓN DEL CORTANTE BASAL
DINÁMICO**

%	80	Regular
V	87093.053	kg
fx	1.01	
fy	0.884	
fx corregido	9904.7165	

Se realizan corrección para la dirección x, ya que es mayor que uno.

p) Control de derivas de piso y torsión.

Según lo expuesto en la Norma Ecuatoriana de construcción, las derivas de piso en estructuras de hormigón no deben exceder el 0.02 de la altura de piso. La deriva máxima inelástica Δ_M se calcula mediante la formula:

$$D = 0.75 * R * \Delta_E ; \Delta_M < \Delta_{M \text{ maxima}} \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde:

Δ_E corresponde a los desplazamientos laterales.

Para el control de torsión, debemos tomar en cuenta que tenemos una Irregularidad Tipo 1 que corresponde a una Irregularidad torsional, y según lo expresado por la NEC: “Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada, incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia”

$$\frac{\Delta_E}{1.2\Delta_{E \text{ prom}}} < 1.2 \quad \text{Ecuación 28}$$

Tabla 38.

Verificación de Derivas y Torsión – Dirección X y Y del CASO A

VERIFICACION DE DERIVAS Y TORSION- DIRECCION X											
TABLE: Joint Displacements			Límites de Derivas de piso					Límites de Torsión			
Story	Label	Output Case	U	ΔE m	hi m	ΔE m/m	$AM=0.75 \cdot R \cdot \Delta E$ m/m	Verificación $\Delta M < AM$ máx	1.2AE prom m/m	AE/1.2AE prom m/m	Verificación torsion < 1.2
Story4	54	EX	0.0150	0.0025	3	0.0008	0.0051	Ok	0.0014	0.5931	Ok
Story3	54	EX	0.0125	0.0041	3	0.0014	0.0083	Ok	0.0024	0.5768	Ok
Story2	54	EX	0.0083	0.0050	3	0.0017	0.0100	Ok	0.0029	0.5687	Ok
Story1	54	EX	0.0033	0.0033	3	0.0011	0.0066	Ok	0.0020	0.5621	Ok
Base	54	EX	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	33	Ex	0.0286	0.0046	3	0.0015	0.0092	Ok	0.0018	0.8343	Ok
Story3	33	Ex	0.0240	0.0078	3	0.0026	0.0157	Ok	0.0031	0.8342	Ok
Story2	33	Ex	0.0162	0.0097	3	0.0032	0.0193	Ok	0.0039	0.8341	Ok
Story1	33	Ex	0.0065	0.0065	3	0.0022	0.0130	Ok	0.0026	0.8342	Ok
Base	33	Ex	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	37	Ex	0.0286	0.0046	3	0.0015	0.0092	Ok	0.0014	1.0757	Ok
Story3	37	Ex	0.0240	0.0078	3	0.0026	0.0156	Ok	0.0024	1.0919	Ok
Story2	37	Ex	0.0161	0.0097	3	0.0032	0.0193	Ok	0.0029	1.1000	Ok
Story1	37	Ex	0.0065	0.0065	3	0.0022	0.0130	Ok	0.0020	1.1069	Ok
Base	37	Ex	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	63	Ex	0.0149	0.0025	3	0.0008	0.0050	Ok	0.0014	0.5910	Ok
Story3	63	Ex	0.0124	0.0041	3	0.0014	0.0082	Ok	0.0024	0.5748	Ok
Story2	63	Ex	0.0083	0.0050	3	0.0017	0.0099	Ok	0.0029	0.5667	Ok
Story1	63	Ex	0.0033	0.0033	3	0.0011	0.0066	Ok	0.0020	0.5598	Ok
Base	63	Ex	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok

VERIFICACION DE DERIVAS Y TORSION- DIRECCION Y											
TABLE: Joint Displacements			Límites de Derivas de piso					Límites de Torsión			
Story	Label	Output Case	U	ΔE m	hi m	ΔE m/m	$AM=0.75 \cdot R \cdot \Delta E$ m/m	Verificación $\Delta M < AM$ máx	1.2AE prom m/m	AE/1.2AE prom m/m	Verificación torsion < 1.2
Story4	54	Ey	0.0087	0.0020	3	0.0007	0.0040	Ok	0.0008	0.8342	Ok
Story3	54	Ey	0.0067	0.0026	3	0.0009	0.0052	Ok	0.0010	0.8340	Ok
Story2	54	Ey	0.0041	0.0026	3	0.0009	0.0053	Ok	0.0011	0.8340	Ok
Story1	54	Ey	0.0014	0.0014	3	0.0005	0.0029	Ok	0.0006	0.8338	Ok
Base	54	Ey	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	33	Ey	0.0086	0.0020	3	0.0007	0.0040	Ok	0.0008	0.8354	Ok
Story3	33	Ey	0.0067	0.0026	3	0.0009	0.0052	Ok	0.0010	0.8343	Ok
Story2	33	Ey	0.0041	0.0026	3	0.0009	0.0053	Ok	0.0011	0.8336	Ok
Story1	33	Ey	0.0014	0.0014	3	0.0005	0.0029	Ok	0.0006	0.8328	Ok
Base	33	Ey	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	37	Ey	0.0086	0.0020	3	0.0007	0.0040	Ok	0.0008	0.8324	Ok
Story3	37	Ey	0.0067	0.0026	3	0.0009	0.0051	Ok	0.0010	0.8326	Ok
Story2	37	Ey	0.0041	0.0026	3	0.0009	0.0053	Ok	0.0011	0.8327	Ok
Story1	37	Ey	0.0014	0.0014	3	0.0005	0.0029	Ok	0.0006	0.8328	Ok
Base	37	Ey	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	63	Ey	0.0086	0.0020	3	0.0007	0.0040	Ok	0.0008	0.8333	Ok
Story3	63	Ey	0.0067	0.0026	3	0.0009	0.0052	Ok	0.0010	0.8333	Ok
Story2	63	Ey	0.0041	0.0026	3	0.0009	0.0053	Ok	0.0011	0.8333	Ok
Story1	63	Ey	0.0014	0.0014	3	0.0005	0.0029	Ok	0.0006	0.8333	Ok
Base	63	Ey	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok

En la tabla 39 se muestran las verificaciones de las derivas de piso y la torsión en el edificio aparcado de hormigón armado con mampostería de bloque del Caso A y el edificio aparcado de hormigón armado con tabiquería de gypsum del Caso B.

Tabla 39.

Verificación de Derivas y Torsión – Dirección X y Y del CASO B

SISMO EN DIRECCIÓN X											
TABLE: Joint Displacements			Límites de Derivas de piso					Límites de Torsión			
Story	Label	Output Case	U	ΔE m	hi m	ΔE m/m	$\Delta M=0.75^*R^*AE$ m/m	Verificación $\Delta M < \Delta M$ máx	1.2AE prom m/m	$\Delta E/1.2AE$ prom m/m	Verificación torsion < 1.2
Story4	54	EX	0.017	0.003	3	0.0010	0.0059	Ok	0.0016	0.6055	Ok
Story3	54	EX	0.014	0.005	3	0.0015	0.0093	Ok	0.0027	0.5732	Ok
Story2	54	EX	0.009	0.005	3	0.0018	0.0109	Ok	0.0030	0.6039	Ok
Story1	54	EX	0.004	0.004	3	0.0012	0.0071	Ok	0.0020	0.5807	Ok
Base	54	EX	0.000	0.000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	33	Ex	0.030	0.005	3	0.0017	0.0104	Ok	0.0020	0.8575	Ok
Story3	33	Ex	0.025	0.009	3	0.0029	0.0177	Ok	0.0036	0.8207	Ok
Story2	33	Ex	0.016	0.010	3	0.0032	0.0192	Ok	0.0038	0.8339	Ok
Story1	33	Ex	0.007	0.007	3	0.0022	0.0133	Ok	0.0027	0.8339	Ok
Base	33	Ex	0.000	0.000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	37	Ex	0.030	0.005	3	0.0016	0.0098	Ok	0.0016	1.0406	Ok
Story3	37	Ex	0.025	0.009	3	0.0030	0.0182	Ok	0.0027	1.1065	Ok
Story2	37	Ex	0.016	0.010	3	0.0032	0.0192	Ok	0.0030	1.0638	Ok
Story1	37	Ex	0.007	0.007	3	0.0022	0.0133	Ok	0.0020	1.0871	Ok
Base	37	Ex	0.000	0.000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	63	Ex	0.017	0.003	3	0.0010	0.0059	Ok	0.0016	0.6260	Ok
Story3	63	Ex	0.014	0.005	3	0.0015	0.0092	Ok	0.0027	0.5601	Ok
Story2	63	Ex	0.009	0.005	3	0.0018	0.0109	Ok	0.0030	0.6028	Ok
Story1	63	Ex	0.004	0.004	3	0.0012	0.0071	Ok	0.0020	0.5795	Ok
Base	63	Ex	0.000	0.000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok

SISMO EN DIRECCIÓN Y											
TABLE: Joint Displacements			Límites de Derivas de piso					Límites de Torsión			
Story	Label	Output Case	U	ΔE m	hi m	ΔE m/m	$\Delta M=0.75^*R^*AE$ m/m	Verificación $\Delta M < \Delta M$ máx	1.2AE prom m/m	$\Delta E/1.2AE$ prom m/m	Verificación torsion < 1.2
Story4	54	Ey	0.0210	0.0032	3	0.0011	0.0064	Ok	0.0013	0.8335	Ok
Story3	54	Ey	0.0178	0.0055	3	0.0018	0.0110	Ok	0.0022	0.8335	Ok
Story2	54	Ey	0.0123	0.0069	3	0.0023	0.0139	Ok	0.0028	0.8335	Ok
Story1	54	Ey	0.0054	0.0054	3	0.0018	0.0108	Ok	0.0022	0.8334	Ok
Base	54	Ey	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	33	Ey	0.0210	0.0032	3	0.0011	0.0064	Ok	0.0013	0.8290	Ok
Story3	33	Ey	0.0178	0.0055	3	0.0018	0.0110	Ok	0.0022	0.8281	Ok
Story2	33	Ey	0.0123	0.0069	3	0.0023	0.0139	Ok	0.0028	0.8277	Ok
Story1	33	Ey	0.0054	0.0054	3	0.0018	0.0108	Ok	0.0022	0.8280	Ok
Base	33	Ey	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	37	Ey	0.0213	0.0033	3	0.0011	0.0065	Ok	0.0013	0.8332	Ok
Story3	37	Ey	0.0180	0.0055	3	0.0018	0.0111	Ok	0.0022	0.8332	Ok
Story2	37	Ey	0.0125	0.0070	3	0.0023	0.0140	Ok	0.0028	0.8332	Ok
Story1	37	Ey	0.0055	0.0055	3	0.0018	0.0109	Ok	0.0022	0.8332	Ok
Base	37	Ey	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok
Story4	63	Ey	0.0213	0.0033	3	0.0011	0.0065	Ok	0.0013	0.8333	Ok
Story3	63	Ey	0.0180	0.0055	3	0.0018	0.0111	Ok	0.0022	0.8333	Ok
Story2	63	Ey	0.0125	0.0070	3	0.0023	0.0140	Ok	0.0028	0.8333	Ok
Story1	63	Ey	0.0055	0.0055	3	0.0018	0.0109	Ok	0.0022	0.8333	Ok
Base	63	Ey	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	Ok	0.0000	0.0000	Ok

q) Control de estabilidad.

Tabla 40.

Control de estabilidad)

MAMPOSTERÍA DE BLOQUE													
TABLE: Diaphragm Center Of Mass Displacements				USAR PARA EVALUACIÓN EFECTOS SEGUNDO ORDEN									
Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UX	UY	U	ΔE	hsi	$\frac{\Delta E}{\Delta i/h_{si}}$	V	w	$Q_i = P_i \Delta_i / h_i V_i$	Verificación
				m	m	m	m	m	m/m	kg	kg		$Q_i > 0.3$
Story4	D4	Ex	LinStatic	0.0188	0.0003	0.0188	0.0029	3.00	0.0010	57298.6036	172594.7559	0.0029	SI CUMPLE
Story3	D3	Ex	LinStatic	0.0159	0.0003	0.0159	0.0052	3.00	0.0017	100393.1266	173328.1360	0.0030	SI CUMPLE
Story2	D2	Ex	LinStatic	0.0107	0.0002	0.0107	0.0064	3.00	0.0021	128483.0209	169812.1689	0.0028	SI CUMPLE
Story1	D1	Ex	LinStatic	0.0043	0.0001	0.0043	0.0043	3.00	0.0014	141519.6282	158167.9304	0.0016	SI CUMPLE

MAMPOSTERÍA DE BLOQUE													
TABLE: Diaphragm Center Of Mass Displacements				USAR PARA EVALUACION EFECTOS SEGUNDO ORDEN									
Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UX	UY	U	ΔE	hsi	$\frac{\Delta E}{\Delta i/h_{si}}$	V	w	$Q_i = P_i \Delta_i / h_i V_i$	Verificación
				m	m	m	m	m	m/m	kg	kg		$Q_i > 0.3$
Story4	D4	Ey	LinStatic	0.0003	0.0217	0.0217	0.0030	3.00	0.0010	57298.6036	172594.7559	0.0030	SI CUMPLE
Story3	D3	Ey	LinStatic	0.0003	0.0187	0.0187	0.0055	3.00	0.0018	100393.1266	173328.1360	0.0032	SI CUMPLE
Story2	D2	Ey	LinStatic	0.0002	0.0132	0.0132	0.0072	3.00	0.0024	128483.0209	169812.1689	0.0032	SI CUMPLE
Story1	D1	Ey	LinStatic	0.0001	0.0060	0.0060	0.0060	3.00	0.0020	141519.6282	158167.9304	0.0022	SI CUMPLE

MAMPOSTERÍA DE GYPSUM

TABLE: Diaphragm Center Of Mass Displacements				USAR PARA EVALUACIÓN EFECTOS SEGUNDO ORDEN									
Story	Diaphragm	Output	Case	UX	UY	U	ΔE	hsi	ΔE=	V	w	Qi=PiΔi/hiV	Verificació
	m	Case	Type	m	m	m	m	m	Δi/hsi	kg	kg	i	n
									m/m				Qi>0.3
Story4	D4	Ex	LinStatic	0.0202	0.0002	0.0202	0.0034	3.00	0.0011	46229.1218	135246.408	0.0033	SI CUMPLE
Story3	D3	Ex	LinStatic	0.0169	0.0002	0.0169	0.0057	3.00	0.0019	77301.3170	121379.521	0.0030	SI CUMPLE
Story2	D2	Ex	LinStatic	0.0112	0.0001	0.0112	0.0068	3.00	0.0023	97974.1608	121379.521	0.0028	SI CUMPLE
Story1	D1	Ex	LinStatic	0.0044	0.0001	0.0044	0.0044	3.00	0.0015	108866.312	128349.500	0.0017	SI CUMPLE

TABLE: Diaphragm Center Of Mass Displacements				USAR PARA EVALUACIÓN EFECTOS SEGUNDO ORDEN									
Story	Diaphragm	Output	Case	UX	UY	U	ΔE	hsi	ΔE=	V	w	Qi=PiΔi/hiV	Verificació
	m	Case	Type	m	m	m	m	m	Δi/hsi	kg	kg	i	n
									m/m				Qi>0.3
Story4	D4	Ey	LinStatic	0.0002	0.0212	0.0212	0.0032	3.00	0.0011	46229.1218	135246.408	0.0032	SI CUMPLE
Story3	D3	Ey	LinStatic	0.0002	0.0179	0.0179	0.0055	3.00	0.0018	77301.3170	121379.521	0.0029	SI CUMPLE
Story2	D2	Ey	LinStatic	0.0001	0.0124	0.0124	0.0070	3.00	0.0023	97974.1608	121379.521	0.0029	SI CUMPLE
Story1	D1	Ey	LinStatic	0.0000	0.0054	0.0054	0.0054	3.00	0.0018	108866.312	128349.500	0.0021	SI CUMPLE

- r) **Control de periodos de vibración.** Según el ASCE el periodo de vibración no deberá estar dentro del siguiente rango:

$$1.3T \leq T \leq Ta \quad \text{Ecuación 29}$$

Para ejercicio de simplificación, llamaremos a Ta como T_{m1} y a $1.3T$ como T_{m2} .

Tabla 41.

Cálculo de T_{m1} t T_{m2}

CALCULO DE T_{m1} y T_{m2}	
T_{m1}	0.51 s
T_{m2}	0.66 s

Tabla 42.

Verificación de los periodos de vibración.

PERÍODOS DE VIBRACIÓN					
CASO A			CASO B		
Modo	Unidad	Periodo (T)	Control	Periodo (T)	Control
1	s	0.542	ok	0.556	ok
2	s	0.538	ok	0.537	ok
3	s	0.457	muy rígida	0.481	muy rígida

3.5.2.4. *Diseño de hormigón armado.*

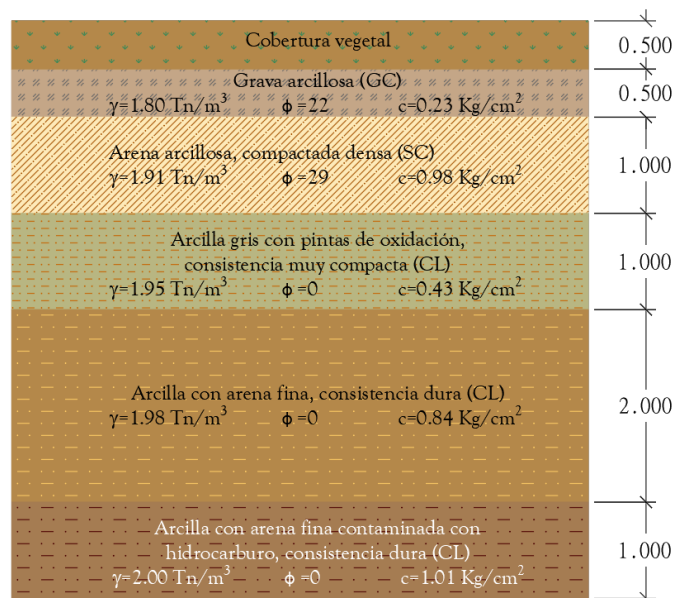
a) **Diseño de zapata corrida.**

Se ha seleccionado un estudio de suelo cercano a la zona donde se encuentra la edificación. El estudio de suelo realizado por el laboratorio Ingeotop S.A. fue facilitado por la Arq. Vanessa Carrión en función de contratista del proyecto “Hotel Lubb”, dicho estudio es indispensable, ya que, esto garantizará que el estudio refleje las características semejantes del terreno donde se va a construir la edificación para que sea seguro y estable construir, debido a que dichas características del suelo pueden variar de un lugar a otro.

El estudio de suelos presentado se encuentra en el sector Las Conchas de la parroquia Santa Rosa del cantón Salinas, en este Cantón predomina la formación tablazo que está conformada mayormente por suelos arenosos y permeables. Los estratos encontrados en la perforación a una profundidad de seis metros fueron los siguientes:

Figura 26.

Perfil estratigráfico cercano a la zona de estudio



Nota. Estratos de suelo con sus características propias encontradas en el estudio hasta una profundidad de 6 metros.

Según el estudio de suelo, el nivel freático se encuentra a 1,5 metros de profundidad. Por ello, se recomienda excavar y retirar el material de sitio a una profundidad de 1,4 metros en toda la plataforma del proyecto. Este material será reemplazado por subbase clase III, lo cual ayudará a disminuir los problemas causados por las arcillas expansivas.

Dado que se estima que la cimentación se desplante sobre el material de préstamo de Sub-Base Clase III, se van a considerar los siguientes datos para los cálculos respectivos:

$$\gamma = 1.92 \text{ Tn/m}^3$$

$$\varphi_{prom} = 34^\circ$$

$$c_{prom} = 0.0 \text{ kg/cm}^2$$

Teniendo estos datos, podemos determinar la capacidad de carga última del suelo según Terzaghi, en donde N_c , N_q y N_γ son factores de capacidad de carga dadas por el ángulo de fricción.

$$q_u = c N_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma \quad \text{Ecuación 30}$$

$$q_u = 106894,08 \text{ kg/m}^2$$

Ahora podremos calcular la carga admisible del suelo considerando un factor de seguridad FS igual a 3.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \quad \text{Ecuación 31}$$

$$q_{adm} = 35631,36 \text{ kg/m}^2$$

Para el cálculo de nuestra carga efectiva utilizaremos la fórmula:

$$q_e = Q_{adm} - \gamma_m * H_s - \gamma_c * H \quad \text{Ecuación 32}$$

Y los siguientes datos para hallar el valor de q_e .

Tabla 43.

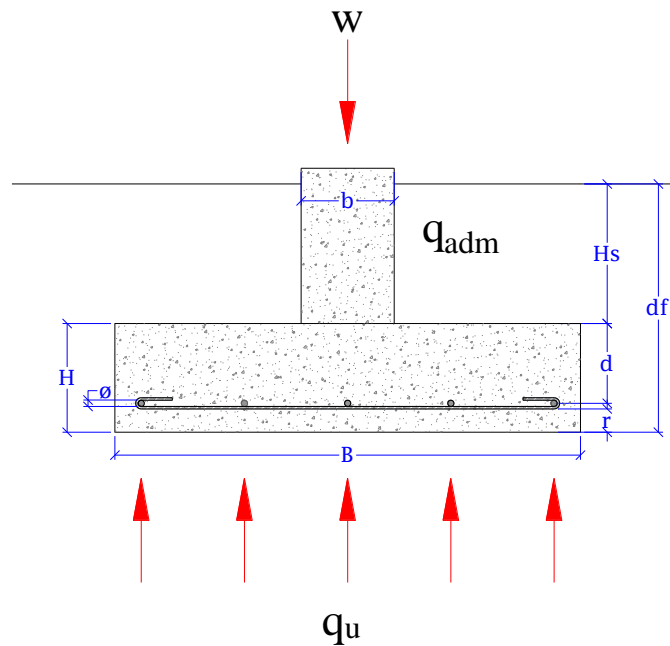
Cálculo de carga efectiva

DATOS PARA EL CÁLCULO DE CARGA EFECTIVA	
Q admisible:	35631,36 kg/m ²
Y suelo:	1920 kg/m ³
Y concreto:	2400 kg/m ³
Df:	0.9 m
H:	0.3 m
HS:	0.6 m
q efectivo:	33759.36 kg/m ²

Nota. q efectivo de 33759.36 kg/m².

Figura 27.

Sección tipo de una zapata



El ancho de la zapata lo calcularemos dividiendo la carga no mayorada que soportara el suelo sobre la carga efectiva calculada anteriormente.

$$B = \frac{W}{q_e} \quad \text{Ecuación 33}$$

Tabla 44.

Cálculo de zapata

DATOS PARA EL CALCULO DE B (ANCHO DE ZAPATA)		
DATOS	CASO A	CASO B
WD	10862.87 kg/m	7974.11 kg/m
WL	304.59 kg/m	3024.59 kg/m
W TOTAL	13887.46 kg/m	10998.70 kg/m
Wu	17874.79 kg/m	14408.28 kg/m
B	0.5 m	0.33m

Verificación por excentricidad. Para realizar la verificación con excentricidad utilizaremos las siguientes formulas:

$$R = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad \text{Ecuación 34}$$

$$M(x, y) = F * d \quad \text{Ecuación 35}$$

$$(x, y) = M/R \quad \text{Ecuación 36}$$

$$e_x = b_{columna} - x \quad \text{Ecuación 37}$$

$$e_y = d_2 - y \quad \text{Ecuación 38}$$

Teniendo estos datos, debemos cumplir con la condición:

$$e < \frac{B}{6} \quad \text{Ecuación 39}$$

Tabla 45.

Verificación por excentricidad en zapata corrida.

VERIFICACION POR EXCENTRICIDAD		
DATOS	CASO A	CASO B
Q ₁	32545.48 kg	25304.5245 kg
Q ₂	65090.96 kg	50609.0491 kg
Q ₃	32545.48 kg	25304.5245 kg
d ₁	0.175 m	0.175 m
d ₂	4.175 m	4.175 m
d ₃	8.175 m	8.175 m
b columna	35 cm	35 cm
R	130181.914 kg	101218.098 kg
My	543509.49 kg*m	422585.56 kg*m
y	4.175 m	4.175 m
Mx	22781.8349 kg*m	17713.1672 kg*m
x	0.175 m	0.175 m
ex	0.175 m	0.175 m
ey	0 m	0 m
B propuesto	1.3 m	1.1 m
e<B/6	Cumple	Cumple

Calcularemos la Carga ultima que soporta la zapata y posteriormente verificaremos la condición de carga:

$$q_u = \frac{W_u}{B} \quad \text{Ecuación 40}$$

$$q_{max} < q_{admisible} \quad \text{Ecuación 41}$$

También es importante reconocer los momentos últimos para realizar el diseño de la zapata:

$$M_u = \left(\frac{B - b}{2}\right) q_u * \left(\frac{B - b}{4}\right) \quad \text{Ecuación 42}$$

A continuación, detallamos las tablas de los datos correspondientes para el diseño de la cimentación:

Tabla 46.

Datos para el diseño de la zapata.

DATOS PARA EL DISEÑO DE LA ZAPATA		
	CASO A	CASO B
qu	13749.837 kg/m ²	13098.4337 kg/m ²
q max < q admisible	Cumple	Cumple
Mu	1551.15348 kg*m	920.98 kg*m
f _c	280 kg/cm ²	280 kg/cm ²
f _y	4200 kg/cm ²	4200 kg/cm ²

Para el diseño de zapatas corridas el ACI en su sección 318-14 sugiere ciertos términos que se tomará en cuenta en esta investigación y que describiremos a continuación:

El recubrimiento mínimo de acero es de 75 mm, el peralte mínimo debe ser de 150 m.

Para el Cortante ultimo de diseño:

$$Vu = \left(\frac{B - b}{2} - d \right) * 1m * qu \quad \text{Ecuación 43}$$

Para calcular la resistencia nominal del concreto usaremos:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * bw * d \quad \text{Ecuación 44}$$

$$\phi Vc = 0.75 * Vc \quad \text{Ecuación 45}$$

Teniendo en cuenta que debe cumplir con la condición:

$$Vu < Vc \therefore \text{Cumple} \quad \text{Ecuación 46}$$

Para realizar los cálculos de cortantes, proponemos los siguientes datos:

Tabla 47.

Dimensionamiento de zapatas.

DIMENSIÓN DE ZAPATA		
DATOS	CASO A	CASO B
rec min	7.5 cm	7.5 cm
Ø	12 mm	12 mm
Asv	1.13 cm	1.13 cm
r	8.1 cm	8.1 cm
d	0.219 m	0.169 m
H propuesto:	30 cm	25 cm

A continuación, presentamos los resultados de cortante:

Tabla 48.

Cálculo de cortantes unidireccional y bidireccional en zapatas corridas.

CALCULO DE CORTANTE				
	Unidireccional		Bidireccional	
	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B
Vu	3519.95826 kg	2698.28 kg	152669.25 kg	1231136.41 kg
Vc	19422.2259 kg	14987.93 kg	91746.20 kg	64578.17 kg
ØVc	14566.6694 kg	11240.95 kg	68809.65 kg	48433.63 kg

Verificación **Cumple** **Cumple** **Cumple** **Cumple**

Ahora es necesario conocer la cuantía de acero necesaria para resistir M_u , que se calculara con la siguiente formula:

$$\rho = \frac{0.85 f'c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi * 0.85 * f'c * d^2}} \right) \text{ Ecuación 47}$$

Una vez que se calcule la cuantía, podremos calcular el acero requerido para el elemento:

$$A_{s \text{ req}} = \rho * b * d \text{ Ecuación 48}$$

Es importante tener en cuenta el acero mínimo, para esto, se deberá elegir el valor que resulte mayor al calcular:

$$A_{s \text{ min}(1)} = 0.80 * \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} b_w * d \text{ Ecuación 49}$$

$$A_{s \text{ min}(2)} = \frac{14}{f'y} b_w * d \text{ Ecuación 50}$$

En la tabla que presentamos, se resumen los cálculos de las fórmulas detalladas anteriormente.

Tabla 49.

Valores para el diseño de la zapata.

DATOS PARA EL DISEÑO DE LA ZAPATA		
	CASO A	CASO B
ρ	0.0009	0.00086
A req	1.89 cm ²	1.45 cm ²
A_{s min}	7.30 cm ²	5.63 cm ²
A_{s max}	31.02 cm ²	23.94 cm ²

Se trabaja con el acero mínimo ya que es mayor al acero requerido.
 Para el cálculo de acero por contracción de temperatura, utilizaremos las siguientes formulas:

$$\rho_{min} = \frac{0.0018 * 4200}{f_y} \quad \text{Ecuación 51}$$

$$A_{s req} = \rho_{min} * H * B \quad \text{Ecuación 52}$$

Presentamos la tabla de resumen de cada caso:

Tabla 50.

Acero por contracción y temperatura.

ACERO POR CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA		
	CASO A	CASO B
ρ_{min}	0.002	0.0018
$A_{s req}$	7.02 cm ²	4.95 cm ²

Para el cálculo de la separación entre varillas usamos la formula:

$$S = \frac{B - 2r_{libre}}{\#varilla - 1} \quad \text{Ecuación 53}$$

Tabla 51.

Acero de zapata y verificación del CASO A

ACERO DE ZAPATA					VERIFICACIÓN			
As	As req	ϕ (cm)	Asv	#varillas	As	S	As req	S
As longitudinal	7.3	12	1.13	7	7.917	15	Cumple	Cumple
As temperatura	7.02	12	1.13	7	7.917	20	Cumple	Cumple

Tabla 52.

Acero de zapata y verificación del CASO B

ACERO DE ZAPATA					VERIFICACIÓN			
As	As req	ϕ (cm)	Asv	#varillas	As	S	As req	S
As longitudinal	5.63	12	1.13	5	5.655	20	Cumple	Cumple
As temperatura	4.95	12	1.13	5	5.655	25	Cumple	Cumple

b) **Diseño de losa.** Como se mencionó anteriormente, la losa para este estudio es una losa nervada en una dirección con nervios con nervios ene el eje X. Es importante conocer los momentos por paño, en la Figura 28 se muestran las fórmulas para obtener los momentos últimos aproximados para vigas continuas no preesforzadas que también serán usadas para el caso de losas en una dirección. A continuación, se muestra el diagrama de momentos.

Figura 28.

Diagrama de momentos con separación de 2 m

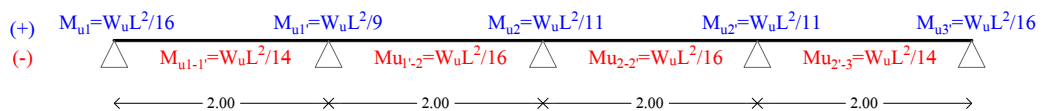


Tabla 53.

Resultado de momentos en los nervios.

Resultados de Momentos		
Mu	CASO A	CASO B
M_{u1}	359.47 kg*m	279.60 kg*m
$M_{u1'}$	410.82 kg*m	319.54 kg*m
$M_{u1'}$	639.06 kg*m	497.07 kg*m
$M_{u1'-2}$	359.47 kg*m	279.60 kg*m
M_{u2}	522.86 kg*m	406.69 kg*m
$M_{u2-2'}$	359.47 kg*m	279.60 kg*m
$M_{u2'}$	522.86 kg*m	406.69 kg*m
$M_{u2'-3}$	410.82 kg*m	319.54 kg*m
M_{u3}	359.47 kg*m	279.60 kg*m

Figura 29.

Diagrama de momentos del CASO A

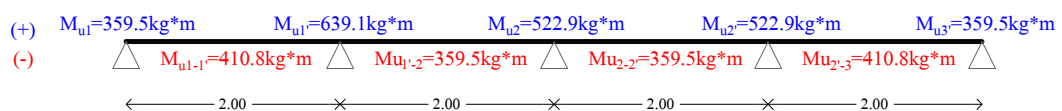
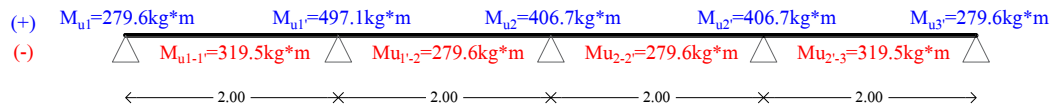


Figura 30.

Diagrama de momentos del CASO B



Para la cuantía de refuerzo, despejaremos ω de la formula:

$$Mu = \phi * f'c * b * 2 * \omega(1 - 0.59\omega) \quad \text{Ecuación 54}$$

Para despejarla nos ayudaremos de la formula general y escogeremos el resultado menor que nos arroje.

Tabla 54.

Resultado de ω .

Cálculo de ω						
ω	CASO A			CASO B		
	Formula General	Resultado	ω	Fórmula General	Resultado	ω
	+	-	ω	+	-	ω
ω_1	1.6751	0.0198	0.0198	1.6717	0.0232	0.0232
$\omega_{1-1'}$	1.6722	0.0227	0.0227	1.6683	0.0266	0.0266
$\omega_{1'}$	1.6594	0.0355	0.0355	1.6531	0.0418	0.0418
$\omega_{1'-2}$	1.6751	0.0198	0.0198	1.6717	0.0232	0.0232
ω_2	1.6660	0.0290	0.0290	1.6609	0.0340	0.0340
$\omega_{2-2'}$	1.6751	0.0198	0.0198	1.6717	0.0232	0.0232
$\omega_{2'}$	1.6660	0.0290	0.0290	1.6609	0.0340	0.0340
$\omega_{2'-3}$	1.6722	0.0227	0.0227	1.6683	0.0266	0.0266
ω_3	1.6751	0.0198	0.0198	1.6717	0.0232	0.0232

La cuantía de acero la calcularemos con la siguiente formula:

$$\rho = \frac{\omega * f'c}{fy} \quad \text{Ecuación 55}$$

Sin embargo, se establece una cuantía mínima de acero de 0.0018. si la cuantía calculada es menor a la cuantía mínima, se tomará la cuantía

mínima como la cuantía de diseño, teniendo la cuantía del acero, podremos calcular el área de acero correspondiente.

$$A_s = \rho_{diseño} * b * d \quad \text{Ecuación 48}$$

Tabla 55.

Área de acero requerido del CASO A

ÁREA DE ACERO REQUERIDO			
	CASO A	CASO B	
As ₁	0.495 cm ²	0.405	cm ²
As _{1-1'}	0.495 cm ²	0.405	cm ²
As _{1'}	0.651 cm ²	0.627	cm ²
As _{1'-2}	0.495 cm ²	0.405	cm ²
As ₂	0.531 cm ²	0.510	cm ²
As _{2-2'}	0.495 cm ²	0.405	cm ²
As _{2'}	0.531 cm ²	0.510	cm ²
As _{2'-3}	0.495 cm ²	0.405	cm ²
As ₃	0.495 cm ²	0.405	cm ²

Decimos entonces que el acero requerido para el caso A es de 0.651 cm², ya que es el mayor valor obtenido, mientras que para el caso B es 0.627 cm².

Para el cálculo de acero mínimo se utiliza las fórmulas:

$$A_{smin(1)} = \frac{0.8\sqrt{f'c}}{f_y} b_w d \quad \text{Ecuación 49}$$

$$A_{smin(2)} = \frac{14}{f_y} b_w d \quad \text{Ecuación 50}$$

Y se escoge el resultado mayor entre ambas ecuaciones.

Tabla 56.

Área de acero

ÁREA DE ACERO				
	CASO A		CASO B	
A_{Smin} elegido	0.9167	cm ²	0.7500	cm ²
A_{Smax}	3.896	cm ²	3.188	cm ²

El área de acero de diseño será entonces el mayor valor entre el área de acero mínimo y el área de acero requerido. Para el caso A el acero de diseño será 0.917 cm² y para el caso B será de 0.750 cm².

Ahora calcularemos las varillas de acero necesarias para cubrir el área de acero de diseño, el área de varillas no puede ser menor al área de diseño.

Tabla 57.

Acero de diseño, acero y longitud para el acero inferior

ACERO DE DISEÑO LONGITUDINAL		
	CASO A	CASO B
As de diseño	0.917 cm ²	0.750 cm ²
∅	12 mm	10 mm
Asv	1.13 cm	0.79 cm
# varillas	1	1
As varillas	1.13 cm ²	0.79 cm ²
Verificación	Cumple	Cumple
Acero Positivo	1∅ 12 mm	1∅ 10 mm
Acero Negativo	1∅ 12 mm	1∅ 10 mm

Figura 31.

Acero de diseño del CASO A

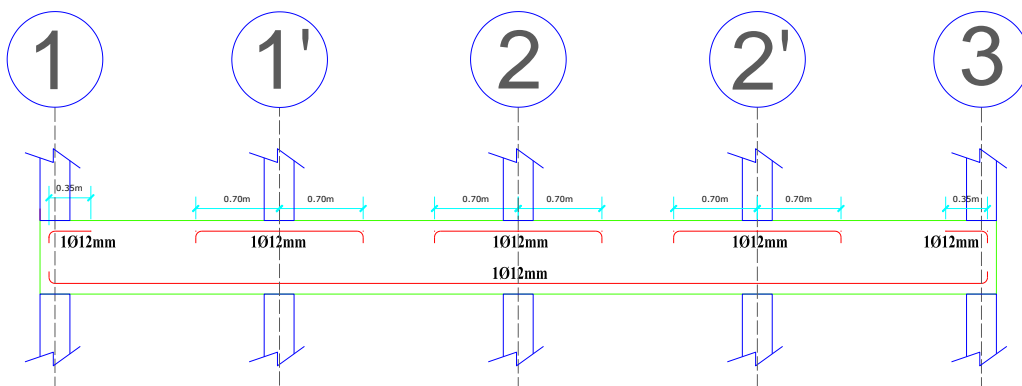
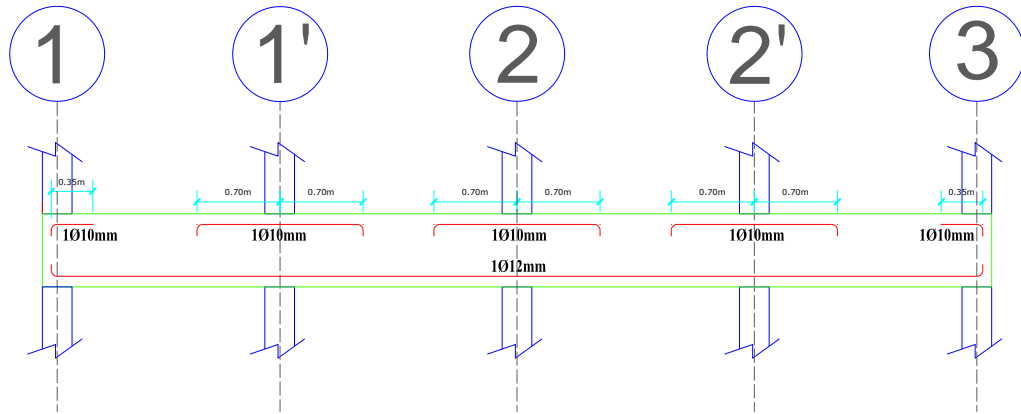


Figura 32.

Acero de diseño del CASO B



El refuerzo de acero por retracción de temperatura. ayuda a controlar las fisuraciones para que se mantengan en un nivel aceptable. Para el cálculo del área, utilizamos la siguiente formula según lo especifica el ACI 318-19:

$$A_s = 0.0018 * A_g \quad \text{Ecuación 56}$$

El análisis se lo hará en un metro lineal. Dado que las losetas de ambos casos miden 5 centímetros de altura, el acero por contracción de temperatura será el mismo para ambos casos.

$$A_s = 0.0018 * 100 * 5$$

$$A_s = 0.9\text{cm}^2$$

Se procederá ahora a calcular las varillas de acero:

Tabla 58.

Acero de diseño del CASO A y B

ACERO DE DISEÑO	
Ø (cm)	12
# varillas	1
Asv	1.13 cm ²

El espaciamiento del refuerzo debe ser menor a 5h y mayor a 450mm y se calcula mediante la formula:

$$S = \frac{100 * A_{sv}}{A_s} \quad \text{Ecuación 57}$$

Tabla 59.

Espaciamiento del refuerzo

ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO	
S	125.66 cm
S min.	25 cm
S máx.	45 cm
1∅12mm @25cm	

El acero colocado debe ser revisado por cortante, por lo que analizaremos que:

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$V_u = 1.15 * \frac{w_u * l_n}{2} \quad \text{Ecuación 58}$$

$$\phi V_c \geq \phi * \lambda * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Tabla 60.

Resistencia al cortante del CASO A

RESISTENCIA AL CORTANTE		
	CASO A	CASO B
V _u (kg)	1653.56	1118.40
∅V _c (kg)	1829.15	1496.58
∅V _c ≥ V _u	Cumple	Cumple

Figura 33.

Detalle de losa nervada del CASO A

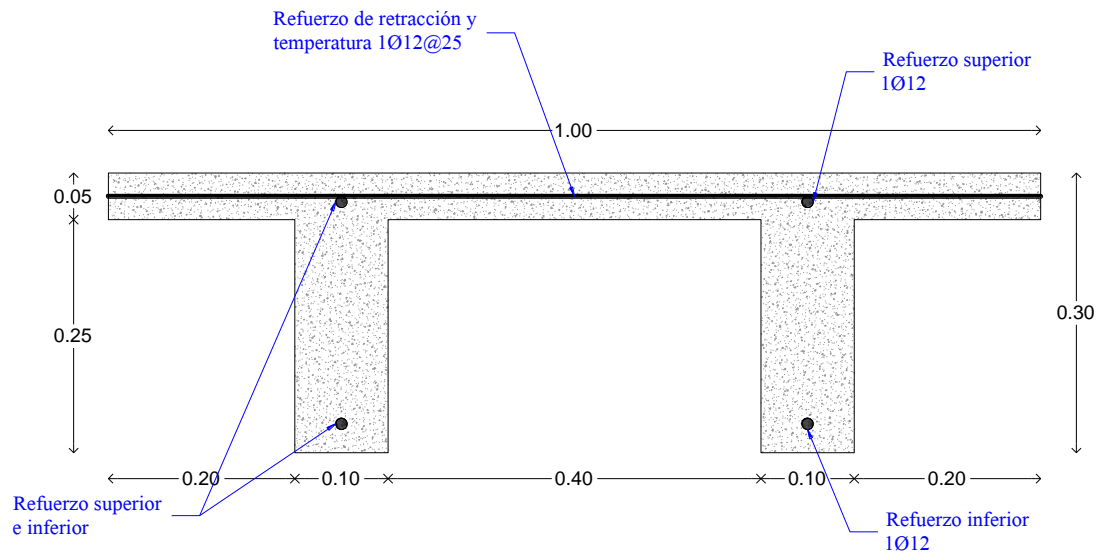
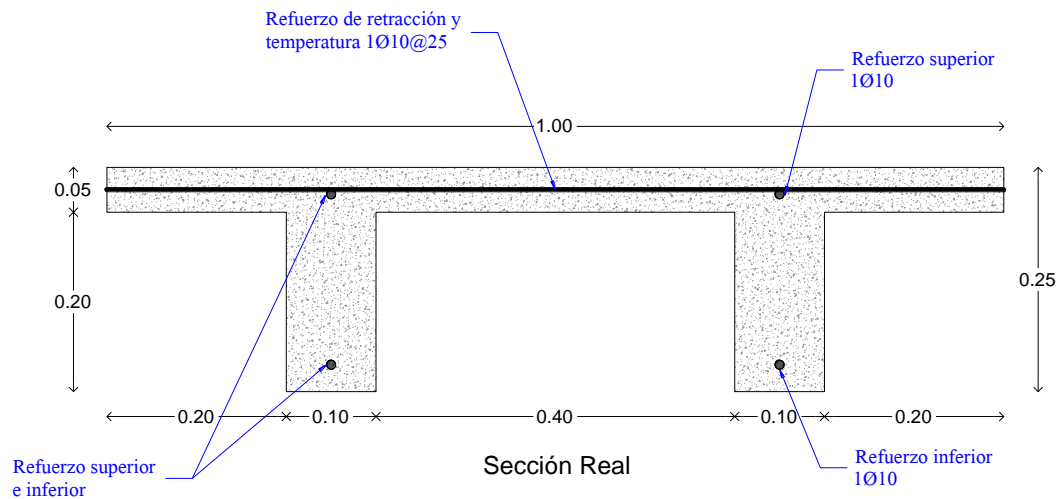


Figura 34.

Detalle de losa nervada (CASO B)



c) **Diseño de vigas.** Para esta sección, usamos la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 y el ACI 318-19 y detallamos el diseño a flexión para vigas de hormigón armado, mediante el análisis de ETABS podemos visualizar los momentos de las vigas y con ello determinar los momentos máximos de las vigas más críticas según sus dimensiones. En las tablas de a continuación, llamaremos 1 a momento de inicio, 2 a momento de

medios y 3 a momentos del final. Luego se consideran ciertos criterios tanto en los momentos positivos como en los negativos.

✓ **Criterios momentos positivos:**

$$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^- \quad ; \quad M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^- \quad \text{Ecuación 59}$$

✓ **Criterios momentos negativos:**

$$M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{max} \quad ; \quad M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{max} \quad \text{Ecuación 60}$$

Para el Caso A, obtendremos lo siguiente:

Tabla 61.

Momentos máximos por tramo y sus criterios – Viga B70 del CASO A

MOMENTOS MÁXIMOS POR TRAMO (kg*m)			
1	Momento máx. negativo	12016.97	Momento máx. positivo 10204.58
2	Momento máx. negativo	8366.91	Momento máx. positivo 7561.90
3	Momento máx. negativo	14268.61	Momento máx. positivo 13832.11

CRITERIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOMENTOS

1	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$10204.577 \geq 6008.48$	CUMPLE
2	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$13832.112 \geq 7134.31$	CUMPLE.
3	$M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$8366.913 \geq 3567.15$	CUMPLE.
4	$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$7561.904 \geq 3567.15$	CUMPLE

Tabla 62.

Momentos máximos por tramo y s – Viga B34 del CASO A

MOMENTOS MÁXIMOS POR TRAMO (kg*m)			
1	Momento máx. negativo	9173.248	Momento máx. positivo 8486.381
2	Momento máx. negativo	5636.470	Momento máx. positivo 5305.983
3	Momento máx. negativo	10176.193	Momento máx. positivo 10103.489

CRITERIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOMENTOS			
1	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$8486.381 \geq 4586.62$	CUMPLE
2	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$10103.5 \geq 5088.097$	CUMPLE.
3	$M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$5636.470 \geq 254405$	CUMPLE.
4	$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$5305.983 \geq 2544.05$	CUMPLE

Tabla 63.

Momentos máximos por tramo – Viga B3 del CASO A

MOMENTOS MÁXIMOS POR TRAMO (kg*m)				
1	Momento máx. negativo	12762.135	Momento máx. positivo	9175.796
2	Momento máx. negativo	6163.000	Momento máx. positivo	11353.937
3	Momento máx. negativo	12063.215	Momento máx. positivo	8211.871

CRITERIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOMENTOS			
1	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$9175.796 \geq 6381.07$	CUMPLE
2	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$8211.871 \geq 6031.61$	CUMPLE.
3	$M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$6163.000 \geq 3015.8$	CUMPLE.
4	$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$11353.93712 \geq 3015.8$	CUMPLE

Tabla 64.

Momentos máximos por tramo – Viga B63 del CASO A

MOMENTOS MÁXIMOS POR TRAMO (kg*m)				
1	Momento máximo negativo.	9142.083	Momento máximo positivo.	4592.064
2	Momento máximo negativo.	3049.190	Momento máximo positivo.	9620.908
3	Momento máximo negativo.	9597.173	Momento máximo positivo.	5337.464

CRITERIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOMENTOS			
1	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$4592.064 \geq 4571.041$	CUMPLE
2	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$5337.464 \geq 4798.59$	CUMPLE.
3	$M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$3049.19 \geq 2399.29$	CUMPLE.
4	$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$9620.91 \geq 2399.29$	CUMPLE

Para el caso B tendremos:

Tabla 65.

Momentos máximos por tramo – Viga B70 del CASO B

MOMENTOS MÁXIMOS POR TRAMO (kg*m)				
1	Momento máx. negativo	9365.405	Momento máx. positivo	8115.790
2	Momento máx. negativo	5851.755	Momento máx. positivo	5539.380
3	Momento máx. negativo	10568.284	Momento máx. positivo	10274.881

CRITERIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOMENTOS			
1	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$8115.790 \geq 4682.703$	CUMPLE
2	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$10274.881 \geq 5284.14$	CUMPLE
3	$M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$5851.755 \geq 2642.1$	CUMPLE
4	$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$5539.380 \geq 2642.1$	CUMPLE

Tabla 66.

Momentos máximos por tramo – Viga B34 del CASO B

MOMENTOS MÁXIMOS POR TRAMO (kg*m)				
1	Momento máx. negativo	9021.359	Momento máx. positivo	8585.825
2	Momento máx. negativo	5458.884	Momento máx. positivo	5427.689
3	Momento máx. negativo	10162.410	Momento máx. positivo	10117.038

CRITERIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOMENTOS			
1	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$8585.825 \geq 4510.679$	CUMPLE
2	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$10117.038 \geq 5081.2$	CUMPLE.
3	$M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$5458.884 \geq 2540.6$	CUMPLE.
4	$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$5427.689 \geq 2540.6$	CUMPLE

Tabla 67.

Momentos máximos por tramo – Viga B3 del CASO B

MOMENTOS MÁXIMOS POR TRAMO (kg*m)				
1	Momento máx. negativo	8756.660	Momento máx. positivo	6022.433
2	Momento máx. negativo	4072.660	Momento máx. positivo	7810.744
3	Momento máx. negativo	8363.443	Momento máx. positivo	5426.476

CRITERIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOMENTOS			
1	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$6022.433 \geq 4378.33$	CUMPLE
2	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$5426.476 \geq 4181.72$	CUMPLE.
3	$M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$4072.660 \geq 2090.9$	CUMPLE.
4	$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$7810.744 \geq 2090.9$	CUMPLE

Tabla 68.

Momentos máximos por tramo – Viga B63 del CASO B

MOMENTOS MÁXIMOS POR TRAMO (kg*m)			
1	Momento máx. negativo	7526.131	Momento máx. positivo 3855.455
2	Momento máx. negativo	2760.384	Momento máx. positivo 7745.618
3	Momento máx. negativo	7825.635	Momento máx. positivo 4467.024

CRITERIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOMENTOS			
1	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$3855.455 \geq 3763.065$	CUMPLE
2	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$4467.024 \geq 3912.82$	CUMPLE.
3	$M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$2760.384 \geq 1956.4$	CUMPLE.
4	$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{max}$	$7745.618 \geq 1956.4$	CUMPLE

Teniendo en cuenta esto podremos calcular el acero necesario para las vigas.

En el caso del Acero Longitudinal debemos calcular primero la cuantía de acero que corresponde a la fórmula:

$$\rho = \frac{\omega * f'c}{f'y} \quad \text{Ecuación 55}$$

Para la cuantía balanceada usamos.

$$\rho b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'c}{f'y} * \frac{6120}{fy + 6120} \quad \text{Ecuación 61}$$

Recordemos que para nuestro proyecto $f'c=280 \text{ kg/m}^2$ y $f'y=4200 \text{ kg/m}^2$.

Para el caso A obtendremos:

Tabla 69.

Cuantías de acero en Viga eje 2 del CASO A

VIGAS EJE 2						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	12016.969	8366.913	14268.610	10204.577	7561.904	13832.112
ω	0.049	0.034	0.059	0.042	0.031	0.057
ρ	0.003	0.002	0.004	0.003	0.002	0.004
ρb	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028

Tabla 70.

Cuantías de acero en Viga eje 1 y 3 del CASO A

VIGAS EJE 1-3						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	9173.248	5636.470	10176.193	10204.577	7561.904	13832.112
ω	0.068	0.041	0.075	0.076	0.055	0.104
ρ	0.005	0.003	0.005	0.005	0.004	0.007
ρb	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028

Tabla 71.

Cuantías de acero en Viga eje B-C-D-E-F del CASO A

VIGAS EJE B-C-D-E-F						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	9142.08	3049.19	9597.17	4592.06	9620.91	5337.46
ω	0.053	0.017	0.056	0.026	0.056	0.030
ρ	0.004	0.001	0.004	0.002	0.004	0.002
ρb	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028

Tabla 72.*Cuantías de acero en Viga eje A-G del CASO A*

VIGAS EJE A-G						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	12762.14	6163.00	12063.22	9175.80	11353.94	8211.87
ω	0.096	0.045	0.090	0.068	0.085	0.060
ρ	0.006	0.003	0.006	0.005	0.006	0.004
ρ_b	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028

Para el caso B obtuvimos:

Tabla 73.*Cuantías de acero en Viga eje 2 del CASO B*

VIGAS EJE 2						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	9365.41	5851.76	10568.28	8115.79	5539.38	10274.88
ω	0.0542	0.0334	0.0614	0.0467	0.0316	0.0596
ρ	0.0036	0.0022	0.0041	0.0031	0.0021	0.0040
ρ_b	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283

Tabla 74.*Cuantías de acero en Viga eje 1 y 3 del CASO B*

VIGAS EJE 1-3						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	9021.36	5458.88	10162.41	8585.83	5427.69	10117.038
ω	0.104	0.061	0.118	0.098	0.061	0.117
ρ	0.007	0.004	0.008	0.007	0.004	0.008
ρ_b	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028

Tabla 75.*Cuantías de acero en Viga eje B-C-D-E-F del CASO B*

VIGAS EJE B-C-D-E-F						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	7526.13	2760.38	7825.64	3855.45	7745.62	4467.02
ω	0.055	0.020	0.057	0.028	0.057	0.032
ρ	0.004	0.001	0.004	0.002	0.004	0.002
ρb	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028

Tabla 76.*Cuantías de acero en Viga eje A-G del CASO B*

VIGAS EJE A-G						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	8756.66	4072.66	8363.44	6022.43	7810.74	5426.47
ω	0.101	0.045	0.096	0.068	0.089	0.061
ρ	0.007	0.003	0.006	0.005	0.006	0.004
ρb	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028

Se procederá a calcular el acero mínimo, máximo y requerido, con las fórmulas usadas anteriormente en losas nervadas. En el caso que el acero requerido no cumpla con la condición de:

$$A_{s_{req}} < A_{s_{min}} \quad \text{Ecuación 62}$$

Se debe usar el siguiente formula:

$$A_{s_{req}} = \frac{4}{3} A_{s_{calculado}} ; A_{s_{req}} < A_{s_{min}} \quad \text{Ecuación 63}$$

Luego se procede a calcular la cantidad de varillas necesarias para calcular el acero de diseño y que cumpla con la siguiente condición según la Norma ACI:

$$A_{s\text{diseño}} > A_{s\text{req}} ; A_{s\text{diseño}} > A_{s\text{max}} \quad \text{Ecuación 62}$$

Tabla 77.

Acero longitudinal en Viga eje 2 del CASO A

VIGAS EJE 2						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	12016.97	8366.91	14268.61	10204.58	7561.90	13832.11
ACERO LONGITUDINAL						
As min (cm²)	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67
As max (cm²)	28.33	28.33	28.33	28.33	28.33	28.33
As,req (cm²)	6.55	4.52	7.82	5.53	4.07	7.57
Asmin<As req	No Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple
As,req (cm²)	8.73	6.67	7.82	7.38	6.67	7.57
Asmin<As req	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
ø (mm)	18	18	18	18	18	18
Asv	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
# varillas	4	4	4	4	4	4
As, diseño	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18
NORMA ACI	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Tabla 78.

Acero longitudinal en Viga eje 1 y 3 del CASO A

VIGAS EJE 1-3						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	9173.25	5636.47	10176.19	10204.58	7561.90	13832.11
ACERO LONGITUDINAL						
As min (cm²)	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
As max (cm²)	19.83	19.83	19.83	19.83	19.83	19.83
As,req (cm²)	6.32	3.82	7.04	7.06	5.17	9.75
Asmin<As req	Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
As,req (cm²)	6.32	5.09	7.04	7.06	5.17	9.75
Asmin<As req	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
ø (mm)	16	16	16	18	18	18
Asv	2.01	2.01	2.01	2.54	2.54	2.54
# varillas	4	4	4	4	4	4
As, diseño	8.04	8.04	8.04	10.18	10.18	10.18

NORMA ACI	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
-----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Tabla 79.

Acero longitudinal en Viga eje B-C-D-E-F del CASO A

VIGAS EJE B-C-D-E-F						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	9142.08	3049.19	9597.17	4592.06	9620.91	5337.46
ACERO LONGITUDINAL						
As min (cm²)	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
As max (cm²)	22.31	22.31	22.31	22.31	22.31	22.31
As,req (cm²)	5.55	1.81	5.83	2.74	5.85	3.20
Asmin<As req	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
As,req (cm²)	5.55	5.25	5.83	5.25	5.85	5.25
Asmin<As req	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
∅ (mm)	18	18	16	18	18	18
Asv	2.54	2.54	2.01	2.54	2.54	2.54
# varillas	4	4	4	4	4	4
As, diseño	10.18	10.18	8.04	10.18	10.18	10.18
NORMA ACI	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Tabla 80.

Acero longitudinal en Viga eje A-G del CASO A

VIGAS EJE A-G						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	12762.14	6163.00	12063.22	9175.80	11353.94	8211.87
ACERO LONGITUDINAL						
As min (cm²)	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
As max (cm²)	19.83	19.83	19.83	19.83	19.83	19.83
As,req (cm²)	8.95	4.19	8.43	6.32	7.90	5.63
Asmin<As req	Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
As,req (cm²)	8.95	5.58	8.43	6.32	7.90	5.63
Asmin<As req	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
∅ (mm)	18	18	18	18	18	18
Asv	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
# varillas	4	4	4	4	4	4
As, diseño	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18

NORMA ACI	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
----------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Para el caso B tenemos:

Tabla 81.

Acero longitudinal en Viga eje 2 del CASO B

VIGAS EXTERIORES EJE 2						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	9365.41	5851.76	10568.28	8115.79	5539.38	10274.8 8
ACERO LONGITUDINAL						
As min (cm²)	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
As max (cm²)	22.31	22.31	22.31	22.31	22.31	22.31
As,req (cm²)	5.69	3.51	6.45	4.91	3.32	6.26
Asmin<As req	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple
As,req (cm²)	5.69	5.25	6.45	6.54	5.25	6.26
Asmin<As req	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
∅ (cm)	16	16	16	16	16	16
Asv	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
# varillas	4	4	4	4	4	4
As, diseño	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04
NORMA ACI	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Tabla 82.

Acero longitudinal en Viga eje 1 y 3 del CASO B

VIGAS EXTERIORES EJE 1-3						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	9021.36	5458.88	10162.41	8585.83	5427.69	10117.04
ACERO LONGITUDINAL						
As min (cm²)	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
As max (cm²)	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88
As,req (cm²)	7.26	4.28	8.26	6.89	4.26	8.22
Asmin<As req	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
As,req (cm²)	7.26	4.28	8.26	6.89	4.26	8.22
As min (cm²)	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
∅ (cm)	18	18	18	18	18	18
Asv	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
# varillas	4	4	4	4	4	4
As, diseño	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18
NORMA ACI	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Tabla 83.

Acero longitudinal en Viga eje B-C-D-E-F del CASO B

VIGAS EXTERIORES EJE B-C-D-E-F						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	7526.13	2760.38	7825.64	3855.45	7745.62	4467.02
ACERO LONGITUDINAL						
As min (cm²)	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
As max (cm²)	19.83	19.83	19.83	19.83	19.83	19.83
As,req (cm²)	5.14	1.85	5.36	2.59	5.30	3.01
Asmin<As req	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
As,req (cm²)	5.14	4.67	5.36	4.67	5.30	4.67
Asmin<As req	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
ø (cm)	16	16	16	16	16	16
Asv	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
# varillas	3	3	3	3	3	3
As, diseño	6.03	6.03	6.03	6.03	6.03	6.03
NORMA ACI	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Tabla 84.

Acero longitudinal en Viga eje A-G del CASO B

VIGAS EXTERIORES EJE A-G						
	COMPRESIÓN			TENSIÓN		
Mu (kg *m)	8756.67	4072.66	8363.44	6022.43	7810.74	5426.48
ACERO LONGITUDINAL						
As min (cm²)	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
As max (cm²)	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88
As,req (cm²)	7.04	3.16	6.70	4.74	6.23	4.25
Asmin<As req	Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
As,req (cm²)	7.04	4.22	6.70	4.74	6.23	4.25
Asmin<As req	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
ø (cm)	18	18	18	18	18	18
Asv	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
# varillas	3	3	3	3	3	3
As, diseño	7.63	7.63	7.63	7.63	7.63	7.63
NORMA ACI	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Siguiendo con el reglamento del ACI-318-14, los estribos de los extremos de confinamiento deben estar en la longitud de 2 veces el alto de la viga desde el borde de la viga hacia la parte central de la viga. Para empezar el cálculo debemos determinar los siguientes datos:

$$A_{1,2} = \left(\frac{B^2}{4}\right) + \left(\frac{B^2}{4}\right) \quad \text{Ecuación 64}$$

$$A_t = A_1 + A_2$$

Con las siguientes ecuaciones se determinan los W_D , W_L Y W_U :

$$W_D = \frac{A_T * CM}{L} \quad \text{Ecuación 65}$$

$$W_L = \frac{A_T * CL}{L} \quad \text{Ecuación 66}$$

$$W_u = 1.2W_D + W_L \quad \text{Ecuación}$$

Luego se procese a calcular los momentos probables:

$$a^{\pm} = \frac{1,25A_s f_y}{0,85f_c b} \quad \text{Ecuación 68}$$

$$M_{pr1-2} = 1,25A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad \text{Ecuación 69}$$

Después se plantea el cortante hiperestático V_E .

$$V_E = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{Ln} \quad \text{Ecuación 70}$$

Con la siguiente formula se hallará el cortante isostático $V_{\text{isostático}}$.

$$V_{\text{isostático}} = \frac{W_u L n}{2} \quad \text{Ecuación 71}$$

Debemos considerar el siguiente criterio:

$$V_E > V_{isostático} \quad \text{Ecuación 72}$$

Con los valores de cortante anteriormente mencionados, hallaremos el cortante equivalente V_e .

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \pm \frac{W_u l_n}{2} \quad ; \quad \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} > 0.5V_e \quad \text{Ecuación 73}$$

Para el cálculo de V_c :

$$\text{Si } V_E > 0.5 V_e \therefore V_c = 0$$

Ecuación 74

$$\text{Si } V_E < 0.5 V_e \therefore V_c = V_e$$

Para el cálculo V_s :

$$V_s = \frac{V_E}{\phi} \quad \text{Ecuación 75}$$

A continuación, mostramos los resultados obtenidos para el Caso A:

Tabla 85.

Dimensiones de vigas, cargas y resistencia al cortante del CASO A.

	VIGAS 40X55 cm	VIGAS 35x45 cm	VIGAS 35X50 cm	VIGAS 35X45 cm
DATOS				
B1	4 m	2 m	3.8 m	1.7 m
B2	4 m	2 m	3.4 m	1 m
A1	4 m ²	1 m ²	3.61 m ²	0.7225 m ²
A2	4 m ²	1 m ²	2.89 m ²	0.25 m ²
At	8 m ²	2 m ²	6.5 m ²	0.9725 m ²
Ln	4.4 m	4.4 m	4 m	4 m
CARGAS				
CM	476.03 kg/m ²	476.03 kg/m ²	476.03 kg/m ²	476.03 kg/m ²
CV	489.47 kg/m ²	489.47 kg/m ²	489.47 kg/m ²	489.47 kg/m ²
WD	8.66 kg/cm	2.16 kg/cm	7.74 kg/cm	1.16 kg/cm
WL	8.90 kg/cm	2.22 kg/cm	7.95 kg/cm	1.19 kg/cm
Wu	19.29 kg/cm	4.82 kg/cm	17.24 kg/cm	2.58 kg/cm
RESISTENCIA AL CORTANTE				
a-	5.61 cm	5.07 cm	6.42 cm	6.42 cm
a+	14.28 cm	16.32 cm	16.32 cm	16.32 cm
Mpr1	2521941.76 kg*cm	1581910.48 kg*cm	2233323.19 kg*cm	1966130.74 kg*cm

Mpr2	2290264.84	kg*cm	1701357.11	kg*cm	1968549.57	kg*cm	1701357.11	kg*cm
VE	10936.83	kg	7461.97	kg	10504.68	kg	9168.72	kg
Visostatico	4242.83	kg	1060.71	kg	3447.30	kg	515.77	kg
VE>Vi	CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE	
Ve1	15179.66	kg	8522.68	kg	13951.98	kg	9684.49	kg
Ve2	6694.00	kg	6401.26	kg	7057.38	kg	8652.95	kg
Vc	0	kg	0	kg	0	kg	0	kg
Vs	20239.55	kg	11363.57	kg	18602.64	kg	12912.65	kg

y para el caso B obtuvimos:

Tabla 86.

Dimensiones de vigas, cargas y resistencia al cortante del CASO B.

	VIGAS 35X50	VIGAS 30X40	VIGAS 35X45	VIGAS 30X40
DATOS				
B1	4 m	2 m	3.8 m	1.7 m
B2	4 m	2 m	3.4 m	1 m
A1	4 m ²	1 m ²	3.61 m ²	0.7225 m ²
A2	4 m ²	1 m ²	2.89 m ²	0.25 m ²
At	8 m ²	2 m ²	6.5 m ²	0.9725 m ²
Ln:	4.4 m	4.4 m	4 m	4 m
CARGAS				
CM	279.38 kg/m ²	279.38 kg/m ²	279.38 kg/m ²	279.38 kg/m ²
CV:	489.47 kg/m ²	489.47 kg/m ²	489.47 kg/m ²	489.47 kg/m ²
WD:	5.08 kg/cm	1.27 kg/cm	4.54 kg/cm	0.68 kg/cm
WL:	8.90 kg/cm	2.22 kg/cm	7.95 kg/cm	1.19 kg/cm
Wu:	14.99 kg/cm	3.75 kg/cm	13.40 kg/cm	2.01 kg/cm
RESISTENCIA AL CORTANTE				
a-	5.07 cm	7.48 cm	3.80 cm	5.61 cm
a+:	10.19 cm	19.05 cm	7.64 cm	14.28 cm
Mpr1	1793025.50	kg*cm	1670370.13	kg*cm
Mpr2	1684879.40	kg*cm	1361467.57	kg*cm
VE	7904.33	kg	6890.54	kg
Visostatico	3298.89	kg	824.72	kg
VE>Vi	CUMPLE		CUMPLE	
Ve1	11203.22	kg	7715.26	kg
Ve2	4605.44	kg	6065.82	kg
Vc	0	kg	0	kg
Vs	14937.63	kg	10287.02	kg

Para el cálculo de estribos, seleccionaremos el diámetro de varilla y calcularemos sus separaciones con la fórmula:

$$s = \frac{2 * A_v * f_y * d}{v_s} \quad \text{Ecuación 76}$$

En la zona de confinamiento 2h se debe escoger la menor entre las siguientes condiciones:

$$s \leq d/4$$

$$s \leq 6db \quad \text{Ecuación 77}$$

$$s = 15cm$$

En la zona media o zona no confinada, se debe tener en cuenta el valor menor entre las siguientes expresiones:

$$s \leq d/2 \quad \text{Ecuación 78}$$

$$s = 20cm$$

Obtuvimos entonces para el caso A:

Tabla 87.

Distribución de acero en vigas-Caso A

	VIGAS 40X55		VIGAS 35X45		VIGAS 35X50		VIGAS 35X45	
ESTRIBOS								
∅ (cm)	10	mm	10	mm	10	mm	10	mm
Asv	0.79	cm ²	0.79	cm ²	0.79	cm ²	0.79	cm ²
S	16.30	cm	23.22	cm	15.96	cm	20.44	cm
ZONA DE CONFINAMIENTO								
s ≤ d/4	12.5	cm	10	cm	11.25	cm	10	cm
s ≤ 6db	10.8	cm	9.6	cm	10.8	cm	10.8	cm
15cm	15	cm	15	cm	15	cm	15	cm
s diseño	10	cm	5	cm	10	cm	10	cm
ZONA NO CONFINADA								
s ≤ d/2	22.5	cm	20	cm	22.5	cm	20	cm
20cm	20	cm	20	cm	20	cm	20	cm
s diseño	20	cm	20	cm	20	cm	20	cm

y para el caso B obtuvimos:

Tabla 88.

Distribución de acero en vigas-Caso B

	VIGAS 35X50		VIGAS 30X40		VIGAS 35X45		VIGAS 30X40	
ESTRIBOS								
∅ (cm)	10	mm	10	mm	10	mm	10	mm
Asv	0.79	cm ²	0.79	cm ²	0.79	cm ²	0.79	cm ²
S	19.87	cm	22.45	cm	23.12	cm	26.98	cm

ZONA DE CONFINAMIENTO				
$s \leq d/4$	11.25 cm	8.75 cm	10 cm	8.75 cm
$s \leq 6db$	9.6 cm	10.8 cm	9.6 cm	10.8 cm
15cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
s diseño	9 cm	5 cm	5 cm	5 cm
ZONA NO CONFINADA				
$s \leq d/2$	22.5 cm	17.5 cm	20 cm	17.5 cm
20cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm
s diseño	20 cm	15 cm	20 cm	15 cm

Para la verificación de las deflexiones debemos verificar que no sean mayor a la deflexión permisible:

$$\Delta_{Max,Adm} = \frac{l}{480} \quad \text{Ecuación 79}$$

Para los resultados de este Ítem, véase en los anexos

d) Diseño de columnas. Para el diseño a flexo-compresión de las columnas, necesitamos tener en cuenta algunos datos:

DATOS DE COLUMNA C51			
	CASO A	CASO B	
f'c:	280 kg/cm ²	280	kg/cm ²
f'y	4200 kg/cm ²	4200	kg/cm ²
b	35.00 cm	35.00	cm
h	50.00 cm	45.00	cm
d	45.00 cm	40.00	cm
Pu	36649.0992 kg	29952.3464	kg
Mu	11217.5953 kg*m	8766.5472	kg*m
Fr	0.8	0.8	

Teniendo los datos claros, procedemos a usar el ábaco de interacción de columnas propuesto por González Cuevas, que podremos observar en los anexos.

Para a cuantía de diseño, utilizaremos la formula:

$$K = \frac{Pu}{Fr * b * h * f'c} \quad \text{Ecuación 80}$$

$$R = \frac{Mu}{Fr * b * h * f'c} \quad \text{Ecuación 81}$$

Para la resistencia reducida de compresión al concreto.

$$f_c^* = 0,80 * f'c \quad \text{Ecuación 82}$$

$$f_c'' = 0,85 * f_c^* \quad \text{Ecuación 83}$$

Una vez obtenidos estos datos, se procede a calcular la cuantía de acero de diseño con la siguiente ecuación.

$$\rho = \frac{f_c''}{f_y} * q \quad \text{Ecuación 84}$$

Teniendo la cuantía de acero podremos calcular el área de acero requerido y con ello elegiremos un tipo de varilla y la cantidad de varillas necesarias para cumplir con este criterio.

A continuación, se presenta los cálculos de las fórmulas planteadas:

Tabla 89.

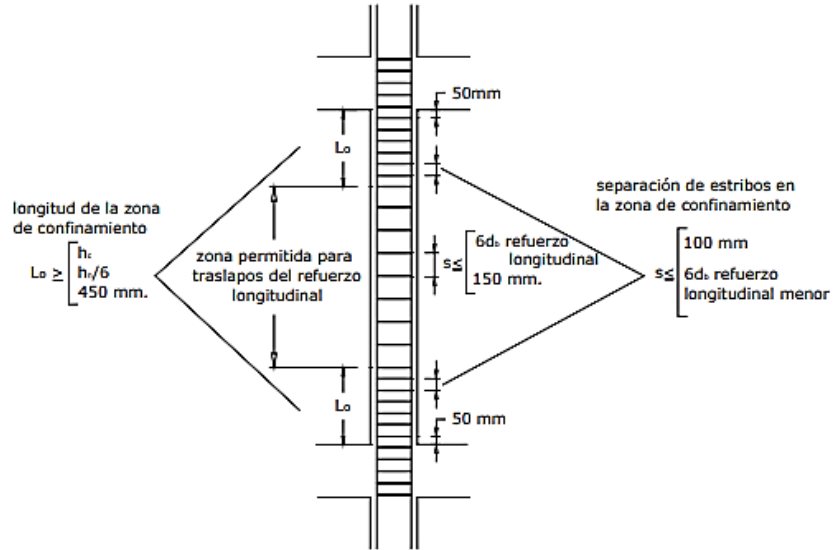
Diseño de acero longitudinal para columnas.

DISEÑO DE ACERO LONGITUDINAL PARA COLUMNAS		
	CASO A	CASO B
K	0.09	0.08
R	0.06	0.06
f*c	224 kg/cm	224 kg/cm
f'c	190.4 kg/cm ²	190.4 kg/cm ²
q	0.25	0.24
d/h	0.90	0.89
ρ	0.0113	0.0109
As min	17.5 cm ²	15.75 cm ²
As max	52.5 cm ²	47.25 cm ²
As req	19.83 cm ²	17.14 cm ²
∅ (cm)	20	18
Asv	3.14 cm ²	2.54 cm ²
# varillas	10	10
As, diseño	31.42 cm ²	25.45 cm ²
verificación	CUMPLE	CUMPLE

Para los refuerzos transversales sus espaciamientos revisamos la NEC-15:

Figura 35.

Criteria de diseño del espaciamiento entre estribos y longitud de confinamiento en columnas



Para las columnas del Caso A obtendremos los siguientes refuerzos:

Tabla 90.

Refuerzo transversal, confinamiento y estribos del CASO A

REFUERZO TRANSVERSAL, CONFINAMIENTO					
Zona de Confinamiento (L_o)			Zona no confinada		
Longitud (cm)	Separación de estribos		Separación de estribos		
$L_o \geq \begin{cases} h_c \\ h_c/6 \\ 450 \text{ mm.} \end{cases}$	50	$s \leq \begin{cases} 100 \text{ mm} \\ 6d_c \text{ refuerzo longitudinal menor} \end{cases}$	10	$s \leq \begin{cases} 6d_c \text{ refuerzo longitudinal} \\ 150 \text{ mm.} \end{cases}$	10.8
	50		6		15
	45				
50	5		10		

ESTRIBOS	
ϕ (cm)	10
A_{sv}	0.79 cm ²
A_{sh}	5.13 cm ²
A_{sh}	2.40 cm ²
Ramas	7
Gancho	8 cm
A_v	5.50 cm ²
V_{sx}	77931.13
V_{secc}	15520.04

Para el caso B obtendremos los siguientes refuerzos transversales:

Tabla 91.

Refuerzo transversal, confinamiento y estribos del CASO B

REFUERZO TRANSVERSAL, CONFINAMIENTO					
Zona de Confinamiento (Lo)			Zona no confinada		
Longitud (cm)	Separación de estribos		separación de estribos		
$Lo \geq \begin{cases} h_c \\ h_v/6 \\ 450 \text{ mm.} \end{cases}$	45	$s \leq \begin{cases} 100 \text{ mm} \\ 6d_v \text{ refuerzo longitudinal menor} \end{cases}$	10	$s \leq \begin{cases} 6d_v \text{ refuerzo longitudinal} \\ 150 \text{ mm.} \end{cases}$	10.8
	50		6		15
	45				
50	5		10		

ESTRIBOS	
∅ (cm)	10
As	0.79 cm ²
Ash	4.78 cm ²
Ash	2.10 cm ²
Ramas	6
Gancho	8 cm
Av	5.50 cm ²
Vsx	69272.12
Vsecc	13968.04

3.5.2.5. Revisión de los criterios de columna fuerte viga débil.

Para revisar este criterio, es necesario tener en cuenta el criterio:

$$\sum M_c \geq \frac{6}{5} \sum M_v \quad \text{Ecuación 88}$$

Para ejercicio de cálculo se han considerado las conexiones más críticas.

A continuación, presentamos las conexiones del Caso A:

Tabla 92.

Conexión B70-C51 del CASO A

B70-C51					
B70			Datos C51		
As sup.	10.18	cm ²	As	31.42	cm ²
As inf.	10.18	cm ³	Fy	4200	Kg/cm ²
Fy	4200	Kg/cm ²	f'c	280	Kg/cm ²
f'c	280	Kg/cm ²	b	35	cm
b	40	cm	φ	0.9	
φ	0.9		d	40	cm
d	50	cm	n1:	5	
a	4.491	cm	n2:	3	
a	4.491	cm	ρ	0.0109	
Mv₁	1837395.59	Kg.cm	k1:	0.225	
Mv₂	1837395.59	Kg.cm	k2:	0.27990429	
Σ Mv	3674791.18	Kg.cm	j1:	0.925	
			j2:	0.907	
			Mc₁	4393932.9	Kg.cm
			Mc₂	4306898.08	Kg.cm
			Σ Mc	8700830.98	Kg.cm

Comprobación B70-C51	
ΣMc	$\geq 5/6 * \Sigma Mv$
8700830.98	≥ 3062325.984
CUMPLE	

Tabla 93.

Conexión B34-C51 del CASO A

B34-C51					
B34			Datos C51		
As sup.	8.04	cm ²	As	25.45	cm ²
As inf.	10.18	cm ³	Fy	4200	Kg/cm ²
Fy	4200	Kg/cm ²	f'c	280	Kg/cm ²
f'c	280	Kg/cm ²	b	35	cm
b	35	cm	φ	0.9	
φ	0.9		d	40	cm
d	40	cm	n1:	5	
a	4.055	cm	n2:	3	
a	5.132	cm	ρ	0.0109	
Mv₁	1154384.94	Kg.cm	k1:	0.225	
Mv₂	1440297.01	Kg.cm	k2:	0.279904293	
Σ Mv	2594681.96	Kg.cm	j1:	0.925	
			j2:	0.907	
			Mc₁	3559085.65	Kg.cm
			Mc₂	3488587.44	Kg.cm
			Σ Mc	7047673.09	Kg.cm

Comprobación B34-C51	
ΣMc	$\geq 5/6 * \Sigma Mv$
7047673.09	≥ 2162234.97
CUMPLE	

Tabla 94.

Conexión B3-C51 del CASO A

B3-C51					
B3			Datos C51		
As sup.	10.18	cm ²	As	25.45	cm ²
As inf.	10.18	cm ³	Fy	4200	Kg/cm ²
Fy	4200	Kg/cm ²	f'c	280	Kg/cm ²
f'c	280	Kg/cm ²	b	35	cm
b	35	cm	φ	0.9	
φ	0.9		d	40	cm
d	40	cm	n1:	5	
a	5.132	cm	n2:	3	
a	5.132	cm	ρ	0.0109	
Mv₁	1440297.01	Kg.cm	k1:	0.225	
Mv₂	1440297.01	Kg.cm	k2:	0.27990429	
Σ Mv	2880594.03	Kg.cm	j1:	0.925	
			j2:	0.907	
			Mc₁	3559085.65	Kg.cm
			Mc₂	3488587.44	Kg.cm
			Σ Mc	7047673.09	Kg.cm

Comprobación B3-C51		
Σ Mc	≥	5/6 * Σ Mv
7047673.09	≥	2400495.02
CUMPLE		

Tabla 95.

Conexión B63-C51 del CASO A

B63-C51					
B63			Datos C51		
As sup.	10.18	cm ²	As	25.45	cm ²
As inf.	10.18	cm ³	Fy	4200	Kg/cm ²
Fy	4200	Kg/cm ²	f'c	280	Kg/cm ²
f'c	280	Kg/cm ²	b	35	cm
b	35	cm	φ	0.9	
φ	0.9		d	40	cm
d	40	cm	n1:	5	
a	5.132	cm	n2:	3	
a	5.132	cm	ρ	0.0109	
Mv₁	1440297.01	Kg.cm	k1:	0.225	
Mv₂	1440297.01	Kg.cm	k2:	0.27990429	
Σ Mv	2880594.03	Kg.cm	j1:	0.925	
			j2:	0.907	
			Mc₁	3559085.65	Kg.cm
			Mc₂	3488587.44	Kg.cm
			Σ Mc	7047673.09	Kg.cm

Comprobación B63-C51		
Σ Mc	≥	5/6 * Σ Mv
7047673.09	≥	2400495.02
CUMPLE		

Así mismo se presentan las conexiones más críticas del Caso B:

Tabla 96.

Conexión B70-C51 del CASO B

B70-C51					
B70			Datos C51		
As sup.	8.04	cm ²	As	25.45	cm ²
As inf.	8.04	cm ³	Fy	4200	Kg/cm ²
Fy	4200	Kg/cm ²	f'c	280	Kg/cm ²
f'c	280	Kg/cm ²	b	35	cm
b	35	cm	φ	0.9	
φ	0.9		d	40	cm
d	45	cm	n1:	5	
a	4.055	cm	n2:	3	
a	4.055	cm	ρ	0.0109	
Mv ₁	1306387.76	Kg.cm	k1:	0.225	
Mv ₂	1306387.76	Kg.cm	k2:	0.27990429	
Σ Mv	2612775.53	Kg.cm	j1:	0.925	
			j2:	0.907	
			Mc ₁	3559085.65	Kg.cm
			Mc ₂	3488587.44	Kg.cm
			Σ Mc	7047673.09	Kg.cm

Comprobación B70-C51		
Σ Mc	≥	5/6 * Σ Mv
7047673.09	≥	2177312.94
CUMPLE		

Tabla 97.

Conexión B34-C51 del CASO B

B34-C51					
B34			Datos C51		
As sup.	10.18	cm ²	As	25.45	cm ²
As inf.	10.18	cm ³	Fy	4200	Kg/cm ²
Fy	4200	Kg/cm ²	f'c	280	Kg/cm ²
f'c	280	Kg/cm ²	b	35	cm
b	30	cm	φ	0.9	
φ	0.9		d	40	cm
d	35	cm	n1:	5	
a	5.988	cm	n2:	3	
a	5.988	cm	ρ	0.0109	
Mv ₁	1231463.19	Kg.cm	k1:	0.225	
Mv ₂	1231463.19	Kg.cm	k2:	0.279904293	
Σ Mv	2462926.38	Kg.cm	j1:	0.925	
			j2:	0.907	
			Mc ₁	3559085.65	Kg.cm
			Mc ₂	3488587.44	Kg.cm
			Σ Mc	7047673.09	Kg.cm

Comprobación B34-C51		
Σ Mc	≥	5/6 * Σ Mv
7047673.09	≥	2052438.65
CUMPLE		

Tabla 98.*Conexión B3-C51 del CASO B*

B3-C51					
B3			Datos C51		
As sup.	6.03	cm ²	As	25.45	cm ²
As inf.	6.03	cm ³	Fy	4200	Kg/cm ²
Fy	4200	Kg/cm ²	f'c	280	Kg/cm ²
f'c	280	Kg/cm ²	b	35	cm
b	35	cm	φ	0.9	
φ	0.9		d	40	cm
d	40	cm	n1:	5	
a	3.041	cm	n2:	3	
a	3.041	cm	ρ	0.0109	
Mv ₁	877345.76	Kg.cm	k1:	0.225	
Mv ₂	877345.76	Kg.cm	k2:	0.27990429	
Σ Mv	1754691.52	Kg.cm	j1:	0.925	
			j2:	0.907	
			Mc ₁	3559085.65	Kg.cm
			Mc ₂	3488587.44	Kg.cm
			Σ Mc	7047673.09	Kg.cm
Comprobación B3-C51					
$\Sigma Mc \geq 5/6 * \Sigma Mv$					
7047673.09 \geq 1462242.93					
CUMPLE					

Tabla 99.*Conexión B63-C51 (CASO B)*

B63-C51					
B63			Datos C51		
As sup.	7.63	cm ²	As	25.45	cm ²
As inf.	7.63	cm ³	Fy	4200	Kg/cm ²
Fy	4200	Kg/cm ²	f'c	280	Kg/cm ²
f'c	280	Kg/cm ²	b	35	cm
b	30	cm	φ	0.9	
φ	0.9		d	40	cm
d	35	cm	n1:	5	
a	4.491	cm	n2:	3	
a	4.491	cm	ρ	0.0109	
Mv ₁	945194.92	Kg.cm	k1:	0.225	
Mv ₂	945194.92	Kg.cm	k2:	0.27990429	
Σ Mv	1890389.83	Kg.cm	j1:	0.925	
			j2:	0.907	
			Mc ₁	3559085.65	Kg.cm
			Mc ₂	3488587.44	Kg.cm
			Σ Mc	7047673.09	Kg.cm
Comprobación B63-C51					
$\Sigma Mc \geq 5/6 * \Sigma Mv$					
7047673.09 \geq 1575324.86					
CUMPLE					

3.5.2.6. Revisión de nodos.

Para el cálculo del área efectiva del nudo tomaremos la formula:

$$b_j = B + 2X \quad \text{Ecuación 85}$$

$$A_j = b_j * h \quad \text{Ecuación 86}$$

Luego revisamos el valor del cortante en la conexión de manera que se desprecia el cortante de la columna.

$$V_{ej} = 1.25 * (A_s \text{ sup} + A_s \text{ inf}) * f_y + V_c \quad \text{Ecuación 87}$$

Luego consideramos el criterio:

$$b_w \geq 0.75B_c \quad \text{Ecuación 88}$$

Después tomamos en consideración la siguiente tabla del ACI 318-19.

Tabla 100.

Consideraciones de columna, viga y confinamiento según el ACI 318-19

Columna	Viga en la dirección de V_u	Confinado por vigas transversales de acuerdo con 15.2.8	V_u, N
Continua o cumple con 15.2.6	Continua o cumple con 15.2.7	Continua	$5.3\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		No continua	$4.0\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
	Otras	Continua	$4.0\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		No continua	$3.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
	Continua o cumple con 15.2.7	Continua	$4.0\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		No continua	$3.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
Otras	Otras	Continua	$3.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		No continua	$0.7\lambda\sqrt{f'_c}A_j$

Finalmente se verifica que:

$$\phi V_n j > V_{ej} \quad \text{Ecuación 89}$$

A continuación, presentamos el nodo interno y externo más crítico del Caso

A:

Tabla 101.*Nodo Interior Viga B1-B2 del CASO A*

NODO INTERIOR			
Viga B1-B2			
Hcol.	50		cm
Bcol.	35		cm
Hvig.	50		cm
Bvig.	35		cm
r	5		cm
d (vig)	45		cm
L (viga)	3.6		m
L (col)	3		m
ϕ	0.85		
AS superior	10.1787602		cm ²
AS inferior	10.1787602		cm ²
bw=3/4b(col)	35	\geq 26.25	SI CUMPLE
T1	53438.49		kg
T2	53438.49		kg
a1	6.42		cm
a2	6.42		cm
Mpr 1	2233323.19		kg*m
Mpr 2	2233323.19		kg*m
V(col)	14888.82		kg
Vu	91988.16		kg
bj	35.00		cm
Aj	1750.00		cm ²
bj bvig+hcol	35	\geq 85	SI CUMPLE
Vn	155200.43		
$\phi V_n \geq V_u$	131920.37	\leq 91988.2	SI CUMPLE

Tabla 102.*Nodo Exterior Viga B22-B23 del CASO A*

NODO EXTERIOR			
Viga B22-23			
Hcol.	50		cm
Bcol.	35		cm
Hvig.	45		cm
Bvig.	35		cm
r	5		cm
d (vig)	40		cm
L (viga)	4		m
L (col)	3		m
ϕ	0.85		
AS superior	10.1787602		cm ²
AS inferior	10.1787602		cm ²
bw=3/4b(col)	35	\geq 26.25	SI CUMPLE
T1	53438.49104		kg
T2	53438.49		kg
a1	6.42		cm
a2	6.42		cm
Mpr 1	1966130.74		kg*m
Mpr 2	1966130.74		kg*m
V(col)	13107.54		kg
Vu	93769.44		kg
bj	35.00		cm
Aj	1750.00		cm ²
bj bvig+hcol	35	\geq 60	SI CUMPLE
Vn	155200.43		
$\phi V_n \geq V_u$	131920.37	\leq 93769.44	SI CUMPLE

Así mismo para el caso B también se presenta el nodo más crítico interno y externo:

Tabla 103.

Nodo Interior Viga B1-B2 del CASO B

NODO INTERIOR		
Viga B1-B2		
Hcol.	45	cm
Bcol.	35	cm
Hvig.	45	cm
Bvig.	35	cm
r	5	cm
d (vig)	40	cm
L (viga)	3.6	m
L (col)	3	m
ϕ	0.85	
AS superior	8.042477193	cm ²
AS inferior	8.042477193	cm ²
bw=3/4b(col)	35 \geq 26.25	SI CUMPLE
T1	42223.01	kg
T2	42223.01	kg
a1	5.07	cm
a2	5.07	cm
Mpr 1	1581910.48	kg*m
Mpr 2	1581910.48	kg*m
V(col)	10546.07	kg
Vu	73899.94	kg
bj	35.00	cm
Aj	1575.00	cm ²
bj		SI
bvig+hcol	35 \geq 80	CUMPLE
Vn	139680.39	
		SI
$\phi V_n \geq V_u$	118728.33 \leq 73899.94	CUMPLE

Tabla 104.*Nodo Exterior Viga B22-B23 del CASO B*

NODO EXTERIOR		
Viga B22-23		
Hcol.	45	cm
Bcol.	35	cm
Hvig.	40	cm
Bvig.	30	cm
r	5	cm
d (vig)	35	cm
L (viga)	4	m
L (col)	3	m
ϕ	0.85	
AS superior	10.1787602	cm ²
AS inferior	10.1787602	cm ²
bw=3/4b(col)	30 \geq 26.25	SI CUMPLE
T1	53438.49	kg
T2	53438.49	kg
a1	7.48	cm
a2	7.48	cm
Mpr 1	1670370.13	kg*m
Mpr 2	1670370.13	kg*m
V(col)	11135.80	kg
Vu	95741.18	kg
bj	32.50	cm
Aj	1462.50	cm ²
bj	32.5 \geq 52.5	SI CUMPLE
bvig+hcol	129703.22	
Vn		SI
$\phi V_n \geq V_u$	110247.74 \leq 95741.18	CUMPLE

3.6. METODOLOGÍA DEL OE.2: PRESUPUESTO PARA CADA UNA DE LAS EDIFICACIONES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y CÁLCULOS DE CANTIDADES PARA DETERMINAR CUÁL DE LOS DOS CASOS TENDRÁ COSTOS MÁS ASEQUIBLES.

Para este objetivo realizaremos los Análisis de Precios Unitarios y el cálculo de cantidades para cada rubro considerando los equipos, mano y obra, materiales y transporte.

3.6.1. Análisis de precios unitarios

Para poder analizar los presupuestos de los casos de investigación, se deberán considerar y delimitar los rubros que estarán presentes en las obras y realizar los Análisis de Precios Unitarios para cada rubro considerando los equipos, mano y obra, materiales y transporte. Para el cálculo de costo de mano de obra se consideró para el jornal/hora los precios dispuestos por la Contraloría General del Estado para enero del 2023 y para los equipos, materiales y transporte se optó por precios referenciales del mercado.

3.6.2. Cálculo de cantidades

Una vez definido los rubros de cada caso, se procede a realizar el cálculo de cantidades por rubro según la unidad especificada.

3.6.3. Presupuesto

A continuación, presentamos los presupuestos para cada caso:

Tabla 105.

Presupuesto para edificio de hormigón armado con mampostería de bloque

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
Nº	DESCRIPCIÓN	UDS.	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRAS PRELIMINARES					
1	Trazado y replanteo	m ²	664	\$ 1,80	\$ 1.195,20
PREPARACIÓN DEL TERRENO					
2	Excavación a máquina	m ³	238	\$ 6,84	\$ 1.627,92
3	Relleno compactado	m ³	219,59	\$ 16,75	\$ 3.560,88
CIMENTACIÓN					
4	Replanteo de hormigón simple f'c=140 Kg/cm ² e=5cm	m ²	26,65	\$ 6,26	\$ 166,83
5	Hormigón f'c= 240 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	25,41	\$ 278,30	\$ 7.071,60
6	Acero estructural fy=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	6.127,69	\$ 2,89	\$ 17.709,02
COLUMNAS					

7	Hormigón f'c= 240 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	44.1	\$	228,96	\$ 12.273,03
8	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	14058.57	\$	2,89	\$ 40.629,27
VIGAS						
9	Hormigón f'c= 240 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	115.14	\$	228,96	\$ 32.043,46
10	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	25893.39	\$	2,89	\$ 74.831,90
LOSAS						
11	Hormigón f'c= 240 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	40.89	\$	228,96	\$ 11,379.69
12	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	3727.92	\$	2,89	\$ 10,773.69
OBRAS DE ALBAÑILERÍA (MAMPOSTERÍA)						
13	Mampostería de bloques livianos e=15cm	m ²	138.71	\$	15,71	\$ 2,179.13
14	Mampostería de bloques livianos e=10cm	m ²	537.62	\$	14,93	\$ 8,026.67
15	Enlucido interior/exterior (Incluye fillos)	m ²	676.33	\$	13,27	\$ 8,974.90
ACABADOS						
16	Empaste para interior	m ²	138.71	\$	4,28	\$ 593.68
17	Empaste para exterior	m ²	537.62	\$	5,22	\$ 2,806.38
					TOTAL, USD:	\$ 235.843,25

Tabla 106.

Presupuesto para edificio de hormigón armado con mampostería de gypsum

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						
Nº	DESCRIPCIÓN	UDS.	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
OBRAS PRELIMINARES						
1	Trazado y replanteo	m ²	664	\$	1,80	\$ 1.195,20
PREPARACIÓN DEL TERRENO						
2	Excavación a máquina	m ³	236,6	\$	6,84	\$ 1.618,34
3	Relleno compactado	m ³	218,18	\$	16,75	\$ 3.654,52
CIMENTACIÓN						
4	Replanteo de hormigón simple f'c=140 Kg/cm ² e=5cm	m ²	22,5	\$	6,26	\$ 140,85
5	Hormigón f'c= 240 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	18,42	\$	278,30	\$ 5.126,29
6	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	4012,27	\$	2,89	\$ 11.595,46
COLUMNAS						

7	Hormigón f'c= 240 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	39,69	\$	228,96	\$ 11.045,73
8	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	12105,20	\$	2,89	\$ 34.984,02
VIGAS						
9	Hormigón f'c= 240 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	93,1	\$	228,96	\$ 25.909,73
10	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	23184,87	\$	2,89	\$ 67.004,27
LOSAS						
11	Hormigón f'c= 240 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	39,26	\$	278,30	\$ 10.926,06
12	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	2928,24	\$	2,89	\$ 8.462,62
OBRAS DE ALBAÑILERÍA (MAMPOSTERÍA)						
13	Tabiquería exterior de Gypsum	m ²	138,71	\$	45,61	\$ 6.326,56
14	Tabiquería interior de Gypsum	m ²	537,62	\$	25,34	\$ 13.623,29
					TOTAL, USD:	\$ 201.612,94

3.7. METODOLOGÍA DEL OE.3: ANÁLISIS DEL COSTO-TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN DE MAMPOSTERÍA TRADICIONAL DE BLOQUE FRENTE A LAS DE GYPSUM MEDIANTE UN CRONOGRAMA VALORADO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FABRICACIÓN MÁS ATRACTIVO.

Para poder desarrollar este objetivo, es necesario determinar un cronograma valorado para cada construcción, dado que este organiza los rubros según el avance de obra y la cantidad de dinero necesaria para su ejecución. Esto se realizará con la ayuda de los presupuestos.

A continuación, mostramos los cronogramas valorados para cada caso:

Tabla 107.

Cronograma valorado para edificio aporticado de hormigón armado con mampostería de bloque

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						TIEMPO EN MESES							
Nro.	DESCRIPCION	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8
OBRAS PRELIMINARES													
1	Trazado y replanteo	m ²	664	\$ 1.80	\$ 1,195.20	\$ 298.800							
PREPARACIÓN DEL TERRENO													
2	Excavación a máquina	m ³	238	\$ 6.84	\$ 1,627.92	\$ 1,627.920							
3	Relleno compactado	m ³	212.59	\$ 16.75	\$ 3,560.88	\$ 3,560.880							
CIMENTACIÓN													
4	Replanteo de hormigón simple f'c=140 Kg/cm ² e=5cm	m ²	26.65	\$ 6.26	\$ 166.83	\$ 166.830							
5	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	25.41	\$ 278.30	\$ 7,071.60				\$ 7,071.600				
6	Acero estructural fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	6127.69	\$ 2.89	\$ 17,709.02	\$ 2,604.260	\$ 6,170.390	\$ 6,170.390	\$ 2,763.980				
COLUMNAS													
7	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	44.1	\$ 278.30	\$ 12,273.03					\$ 3,068.260			
8	Acero estructural fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	14058.57	\$ 2.89	\$ 40,629.27				\$ 3,330.260	\$ 6,827.050			
VIGAS													
9	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	115.14	\$ 278.30	\$ 32,043.46								\$ 8,010.860
10	Acero estructural fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	25893.39	\$ 2.89	\$ 74,831.90						\$ 6,235.990	\$ 6,235.990	\$ 6,235.990
LOSAS													
11	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	40.89	\$ 278.30	\$ 11,379.69								
12	Acero estructural fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	3727.92	\$ 2.89	\$ 10,773.69								
OBRAS DE ALBAÑILERIA (MAMPOSTERIA)													
13	Mampostería de bloques livianos e=15cm	m ²	138.71	\$ 15.71	\$ 2,179.13								
14	Mampostería de bloques livianos e=10cm	m ²	537.62	\$ 14.93	\$ 8,026.67								
15	Enlucido interior/externo (Incluye filos)	m ²	676.33	\$ 13.27	\$ 8,974.90								
ACABADOS													
16	Empaste para exterior	m ²	138.71	\$ 4.28	\$ 593.68								
17	Empaste para interior	m ²	537.62	\$ 5.22	\$ 2,806.38								
TOTAL USD: \$ 235,843.25													
INVERSION MENSUAL \$						\$ 8,258.69	6170.390244	6170.390244	13165.83951	9895.31	6235.99	6235.99	14246.85
AVANCE PARCIAL %						3.5%	2.6%	2.6%	5.6%	4.2%	2.6%	2.6%	6.0%
INVERSION ACUMULADA \$						8258.69	14429.08024	20599.47049	33765.31	43660.62	49896.61	56132.6	70379.45
AVANCE ACUMULADO %						3.5%	6.1%	8.7%	14.3%	18.5%	21.2%	23.8%	29.8%

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS							TIEMPO EN MESES						
Nro.	DESCRIPCION	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16
OBRAS PRELIMINARES													
1	Trazado y replanteo	m ²	664	\$ 1.80	\$ 1,195.20	\$ 298.800					\$ 298.800		
PREPARACIÓN DEL TERRENO													
2	Excavación a máquina	m ³	238	\$ 6.84	\$ 1,627.92								
3	Relleno compactado	m ³	212.59	\$ 16.75	\$ 3,560.88								
CIMENTACIÓN													
4	Replanteo de hormigón simple f'c=140 Kg/cm ² e=5cm	m ²	26.65	\$ 6.26	\$ 166.83								
5	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	25.41	\$ 278.30	\$ 7,071.60								
6	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	6127.69	\$ 2.89	\$ 17,709.02								
COLUMNAS													
7	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	44.1	\$ 278.30	\$ 12,273.03		\$ 3,068.260					\$ 3,068.260	
8	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	14058.57	\$ 2.89	\$ 40,629.27	\$ 3,330.260	\$ 6,827.050				\$ 3,330.260	\$ 6,827.050	
VIGAS													
9	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	115.14	\$ 278.30	\$ 32,043.46				\$ 8,010.860				
10	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	25893.39	\$ 2.89	\$ 74,831.90			\$ 6,235.990	\$ 6,235.990	\$ 6,235.990			\$ 6,235.990
LOSAS													
11	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	40.89	\$ 278.30	\$ 11,379.69	\$ 2,844.920					\$ 2,844.920		
12	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	3727.92	\$ 2.89	\$ 10,773.69	\$ 2,693.420					\$ 2,693.420		
OBRAS DE ALBAÑILERIA (MAMPOSTERIA)													
13	Mampostería de bloques livianos e=15cm	m ²	138.71	\$ 15.71	\$ 2,179.13								
14	Mampostería de bloques livianos e=10cm	m ²	537.62	\$ 14.93	\$ 8,026.67								
15	Enlucido interior/exterior (Incluye filos)	m ²	676.33	\$ 13.27	\$ 8,974.90								
ACABADOS													
16	Empaste para exterior	m ²	138.71	\$ 4.28	\$ 593.68								
17	Empaste para interior	m ²	537.62	\$ 5.22	\$ 2,806.38								
TOTAL USD: \$ 235,843.25													
INVERSION MENSUAL \$						9167.4	9895.31	6235.99	6235.99	14246.85	9167.4	9895.31	6235.99
AVANCE PARCIAL %						3.9%	4.2%	2.6%	2.6%	6.0%	3.9%	4.2%	2.6%
INVERSION ACUMULADA \$						79546.85	89442.16	95678.15	101914.14	116160.99	125328.39	135223.7	141459.69
AVANCE ACUMULADO %						33.7%	37.9%	40.6%	43.2%	49.3%	53.1%	57.3%	60.0%

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						TIEMPO EN MESES							
Nro.	DESCRIPCION	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24
OBRAS PRELIMINARES													
1	Trazado y replanteo	m ²	664	\$ 1.80	\$ 1,195.20			\$ 298.800					
PREPARACIÓN DEL TERRENO													
2	Excavación a máquina	m ³	238	\$ 6.84	\$ 1,627.92								
3	Relleno compactado	m ³	212.59	\$ 16.75	\$ 3,560.88								
CIMENTACIÓN													
4	Replanteo de hormigón simple f'c=140 Kg/cm ² e=5cm	m ²	26.65	\$ 6.26	\$ 166.83								
5	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	25.41	\$ 278.30	\$ 7,071.60								
6	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	6127.69	\$ 2.89	\$ 17,709.02								
COLUMNAS													
7	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	44.1	\$ 278.30	\$ 12,273.03				\$ 3,068.250				
8	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	14058.57	\$ 2.89	\$ 40,629.27			\$ 3,330.260	\$ 6,827.080				
VIGAS													
9	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	115.14	\$ 278.30	\$ 32,043.46		\$ 8,010.870					\$ 8,010.870	
10	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	25893.39	\$ 2.89	\$ 74,831.90	\$ 6,235.990	\$ 6,235.990			\$ 6,235.990	\$ 6,236.000	\$ 6,236.000	
LOSAS													
11	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	40.89	\$ 278.30	\$ 11,379.69			\$ 2,844.920					\$ 2,844.930
12	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	3727.92	\$ 2.89	\$ 10,773.69			\$ 2,693.420					\$ 2,693.430
OBRAS DE ALBAÑILERIA (MAMPOSTERIA)													
13	Mampostería de bloques livianos e=15cm	m ²	138.71	\$ 15.71	\$ 2,179.13								\$ 2,179.130
14	Mampostería de bloques livianos e=10cm	m ²	537.62	\$ 14.93	\$ 8,026.67								
15	Enlucido interior/exterior (Incluye filos)	m ²	676.33	\$ 13.27	\$ 8,974.90								
ACABADOS													
16	Empaste para exterior	m ²	138.71	\$ 4.28	\$ 593.68								
17	Empaste para interior	m ²	537.62	\$ 5.22	\$ 2,806.38								
TOTAL USD: \$ 235,843.25													
INVERSION MENSUAL \$						6235.99	14246.86	9167.4	9895.33	6235.99	6236	14246.87	7717.49
AVANCE PARCIAL %						2.6%	6.0%	3.9%	4.2%	2.6%	2.6%	6.0%	3.3%
INVERSION ACUMULADA \$						147695.68	161942.54	171109.94	181005.27	187241.26	193477.26	207724.13	215441.62
AVANCE ACUMULADO %						62.6%	68.7%	72.6%	76.8%	79.4%	82.0%	88.1%	91.3%

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						TIEMPO EN MESES					
Nro.	DESCRIPCION	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MES 25	MES 26	MES 27	MES 28	MES 29	MES 30
OBRAS PRELIMINARES											
1	Trazado y replanteo	m ²	664	\$ 1.80	\$ 1,195.20						
PREPARACIÓN DEL TERRENO											
2	Excavación a máquina	m ³	238	\$ 6.84	\$ 1,627.92						
3	Relleno compactado	m ³	212.59	\$ 16.75	\$ 3,560.88						
CIMENTACIÓN											
4	Replanteo de hormigón simple f'c=140 Kg/cm ² e=5cm	m ²	26.65	\$ 6.26	\$ 166.83						
5	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	25.41	\$ 278.30	\$ 7,071.60						
6	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	6127.69	\$ 2.89	\$ 17,709.02						
COLUMNAS											
7	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	44.1	\$ 278.30	\$ 12,273.03						
8	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	14058.57	\$ 2.89	\$ 40,629.27						
VIGAS											
9	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	115.14	\$ 278.30	\$ 32,043.46						
10	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	25893.39	\$ 2.89	\$ 74,831.90						
LOSAS											
11	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	40.89	\$ 278.30	\$ 11,379.69						
12	Acero estructural f'y=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	3727.92	\$ 2.89	\$ 10,773.69						
OBRAS DE ALBAÑILERIA (MAMPOSTERIA)											
13	Mampostería de bloques livianos e=15cm	m ²	138.71	\$ 15.71	\$ 2,179.13						
14	Mampostería de bloques livianos e=10cm	m ²	537.62	\$ 14.93	\$ 8,026.67	\$ 4,013.340	\$ 4,013.330				
15	Enlucido interior/externo (Incluye filos)	m ²	676.33	\$ 13.27	\$ 8,974.90			\$ 3,648.330	\$ 3,648.330	\$ 1,678.240	
ACABADOS											
16	Empaste para exterior	m ²	138.71	\$ 4.28	\$ 593.68						\$ 593.680
17	Empaste para interior	m ²	537.62	\$ 5.22	\$ 2,806.38						\$ 2,806.380
TOTAL USD: \$ 235,843.25											
INVERSION MENSUAL \$						4013.34	4013.33	3648.33	3648.33	1678.24	3400.06
AVANCE PARCIAL %						1.7%	1.7%	1.6%	1.6%	0.7%	1.4%
INVERSION ACUMULADA \$						219454.96	223468.29	227116.62	230764.95	232443.19	235843.25
AVANCE ACUMULADO %						93.0%	94.7%	96.3%	97.8%	98.6%	100.0%

Tabla 108.

Cronograma valorado para edificio aporticado de hormigón armado con mampostería de gypsum

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						TIEMPO EN MESES							
Nro	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8
OBRAS PRELIMINARES													
1	Trazado y replanteo	m ²	664	\$ 1.80	\$ 1,195.20	\$ 298.800						\$ 298.800	
PREPARACIÓN DEL TERRENO													
2	Excavación a máquina	m ³	236.6	\$ 6.84	\$ 1,618.34	\$ 1,618.340							
3	Relleno compactado	m ³	218.18	\$ 16.75	\$ 3,654.52	\$ 3,654.520							
CIMENTACIÓN													
4	Replanteo de hormigón simple f'c=140 Kg/cm ² e=5cm	m ²	22.5	\$ 6.26	\$ 140.85	\$ 140.850							
5	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	18.42	\$ 278.30	\$ 5,126.29			\$ 5,126.290					
6	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	4012.271555	\$ 2.89	\$ 11,595.46	\$ 3,865.150	\$ 6,167.790	\$ 1,562.520					
COLUMNAS													
7	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	39.69	\$ 278.30	\$ 11,045.73				\$ 2,761.430				\$ 2,761.430
8	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	12105.19707	\$ 2.89	\$ 34,984.02			\$ 6,159.160	\$ 2,586.850			\$ 4,266.340	\$ 4,479.660
VIGAS													
9	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	93.1	\$ 278.30	\$ 25,909.73					\$ 6,477.430			
10	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	23184.87022	\$ 2.89	\$ 67,004.27				\$ 4,388.660	\$ 6,181.200	\$ 6,181.200		\$ 1,763.270
LOSAS													
11	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	39.26	\$ 278.30	\$ 10,926.06							\$ 2,731.520	
12	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	2928.243083	\$ 2.89	\$ 8,462.62							\$ 2,115.660	
OBRAS DE ALBAÑILERIA (MAMPOSTERIA)													
13	Tabiquería exterior de Gypsum	m ²	138.71	\$ 45.61	\$ 6,326.56								
14	Tabiquería interior de Gypsum	m ²	537.62	\$ 25.34	\$ 13,623.29								
TOTAL USD: \$ 201,612.94													
INVERSION MENSUAL \$						9577.66	6167.79	12847.97	9736.94	6181.2	12658.63	9412.32	9004.36
AVANCE PARCIAL %						4.8%	3.1%	6.4%	4.8%	3.1%	6.3%	4.7%	4.5%
INVERSION ACUMULADA \$						9577.66	15745.45	28593.42	38330.36	44511.56	57170.19	66582.51	75586.87
AVANCE ACUMULADO %						4.8%	7.8%	14.2%	19.0%	22.1%	28.4%	33.0%	37.5%

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						TIEMPO EN MESES							
Nro	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16
OBRAS PRELIMINARES													
1	Trazado y replanteo	m ²	664	\$ 1.80	\$ 1,195.20			\$ 298.800				\$ 298.800	
PREPARACIÓN DEL TERRENO													
2	Excavación a máquina	m ³	236.6	\$ 6.84	\$ 1,618.34								
3	Relleno compactado	m ³	218.18	\$ 16.75	\$ 3,654.52								
CIMENTACIÓN													
4	Replanteo de hormigón simple f'c=140 Kg/cm ² e=5cm	m ²	22.5	\$ 6.26	\$ 140.85								
5	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	18.42	\$ 278.30	\$ 5,126.29								
6	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	4012.271555	\$ 2.89	\$ 11,595.46								
COLUMNAS													
7	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	39.69	\$ 278.30	\$ 11,045.73				\$ 2,761.430				
8	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	12105.19707	\$ 2.89	\$ 34,984.02			\$ 1,749.200	\$ 6,996.800				\$ 6,159.160
VIGAS													
9	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	93.1	\$ 278.30	\$ 25,909.73			\$ 6,477.430				\$ 6,477.430	
10	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	23184.87022	\$ 2.89	\$ 67,004.27	\$ 6,181.200	\$ 6,181.210	\$ 2,625.390		\$ 6,181.200	\$ 6,181.200	\$ 4,388.660	
LOSAS													
11	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	39.26	\$ 278.30	\$ 10,926.06			\$ 2,731.510				\$ 2,731.520	
12	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm2 (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	2928.243083	\$ 2.89	\$ 8,462.62			\$ 2,115.650				\$ 2,115.660	
OBRAS DE ALBAÑILERIA (MAMPOSTERIA)													
13	Tabiquería exterior de Gypsum	m ²	138.71	\$ 45.61	\$ 6,326.56								
14	Tabiquería interior de Gypsum	m ²	537.62	\$ 25.34	\$ 13,623.29								
TOTAL USD: \$ 201,612.94													
INVERSION MENSUAL \$						6181.2	6181.21	15997.98	9758.23	6181.2	6181.2	16012.07	6159.16
AVANCE PARCIAL %						3.1%	3.1%	7.9%	4.8%	3.1%	3.1%	7.9%	3.1%
INVERSION ACUMULADA \$						81768.07	87949.28	103947.26	113705.49	119886.69	126067.89	142079.96	148239.12
AVANCE ACUMULADO %						40.6%	43.6%	51.6%	56.4%	59.5%	62.6%	70.5%	73.5%

TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						TIEMPO EN MESES					
Nro	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22
OBRAS PRELIMINARES											
1	Trazado y replanteo	m ²	664	\$ 1.80	\$ 1,195.20						
PREPARACIÓN DEL TERRENO											
2	Excavación a máquina	m ³	236.6	\$ 6.84	\$ 1,618.34						
3	Relleno compactado	m ³	218.18	\$ 16.75	\$ 3,654.52						
CIMENTACIÓN											
4	Replanteo de hormigón simple f'c=140 Kg/cm ² e=5cm	m ²	22.5	\$ 6.26	\$ 140.85						
5	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	18.42	\$ 278.30	\$ 5,126.29						
6	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	4012.271555	\$ 2.89	\$ 11,595.46						
COLUMNAS											
7	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	39.69	\$ 278.30	\$ 11,045.73	\$ 2,761.440					
8	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	12105.19707	\$ 2.89	\$ 34,984.02	\$ 2,586.850					
VIGAS											
9	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	93.1	\$ 278.30	\$ 25,909.73				\$ 6,477.440		
10	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	23184.87022	\$ 2.89	\$ 67,004.27		\$ 4,388.650	\$ 6,181.200	\$ 6,181.230		
LOSAS											
11	Hormigón f'c= 280 Kg/cm ² (Incluye encofrado y desencofrado)	m ³	39.26	\$ 278.30	\$ 10,926.06					\$ 2,731.510	
12	Acero estructural Fy=4200 Kg/cm ² (Incluye alambre galvanizado #18)	Kg	2928.243083	\$ 2.89	\$ 8,462.62					\$ 2,115.650	
OBRAS DE ALBAÑILERIA (MAMPOSTERIA)											
13	Tabiquería exterior de Gypsum	m ²	138.71	\$ 45.61	\$ 6,326.56						\$ 6,326.560
14	Tabiquería interior de Gypsum	m ²	537.62	\$ 25.34	\$ 13,623.29						\$ 13,623.290
TOTAL USD: \$ 201,612.94											
INVERSION MENSUAL \$						5348.29	4388.65	6181.2	12658.67	4847.16	19949.85
AVANCE PARCIAL %						2.7%	2.2%	3.1%	6.3%	2.4%	9.9%
INVERSION ACUMULADA \$						153587.41	157976.06	164157.26	176815.93	181663.09	201612.94
AVANCE ACUMULADO %						76.2%	78.4%	81.4%	87.7%	90.1%	100.0%

3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 109.

Cuadro de Operacionalización de Variables Independientes

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Independiente: Sistema mampostería de bloques	Es un sistema que se utiliza para la construcción de muros divisores que no soportan cargas, están fabricados con bloques de cemento que se unen entre si mediante un mortero que hecho de cemento arena y agua.	Peso unitario según la norma NEC-SE-CG 2015	Materiales de construcción utilizados	Bloque hueco de hormigón alivianado	kN/m ³
				Mortero, cemento compuesto y arena 1:3 - 1:5	kN/m ³
Variable Independiente: Sistema de paneles de gypsum	Consisten en realizar un armazón con perfiles de acero galvanizado que luego es revestido principalmente con placas de yeso laminado y otros materiales que brindan propiedades como aislación de sonido y aislación térmica.	Peso unitario según Quesquen, (2019)	Materiales de construcción utilizados	Sistema drywall con paneles de gypsum	kN/m ³

Tabla 110.

Cuadro de Operacionalización de Variables Dependientes

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable dependiente: Diseño de elementos estructurales	Es el proceso de crear una estructura segura y funcional bajo el estado de cargas al que se enfrente la edificación. Para este estudio se diseñarán elementos de hormigón armado (columnas, vigas, losas, cimentaciones)	Análisis de elementos estructurales	Predimensionamiento de elementos estructurales	Dimensiones de vigas	m ²
				Dimensiones de columnas	m ²
				Dimensiones de losas	m ²
				Dimensiones de cimentaciones	m ²
			Análisis sísmico	Cortante basal	Kg
				Derivas de piso	Mm
Diseño de hormigón armado	Torsión	Kg*cm			
Variable dependiente: Comparación presupuestaria	Es una evaluación que permite planificar y controlar el costo de una actividad económica, en otras palabras, es una cifra anticipada que estima el costo que supondrá un proyecto con relación a otra alternativa.	Análisis Presupuestario	Presupuesto	Análisis de precios unitario	Dólares/unidad nominal
				Cálculo de cantidades por rubro	Nominal
Variable dependiente: Comparación costo - tiempo de fabricación	El cronograma valorado, permite planificar y controlar tanto el avance de un proyecto como los gastos a realizar durante su realización, además de que evalúa el tiempo que tardará.	Análisis costo- tiempo	Cronograma Valorado de trabajo	Tiempo	Meses
				Costos	Dólares
				Avance de obra	%

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo detallaremos los resultados de nuestra investigación, según los objetivos planteados en el Capítulo I. Para esta sección, recordaremos que llamaremos al edificio aporticado de hormigón armado con mampostería tradicional como Caso A y al edificio aporticado de hormigón armado con tabiquería de gypsum, como Caso B.

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1, COMPARATIVA SISMORRESISTENTE ENTRE DOS EDIFICIOS APORTICADOS DE HORMIGÓN ARMADO CON MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE Y PANELES DE GYPSUM RESPECTIVAMENTE

4.1.1. Peso de mampostería.

Tabla 111.

Peso de mampostería del CASO A y B

<u>PESO DE MAMPOSTERÍA</u>	
Caso A	1045.26 kg/m ²
Caso B	142.68 kg/m ²

El peso de la tabiquería de gypsum es 7.33 veces menor que la mampostería tradicional de bloque.

4.1.2. Secciones transversales de elementos estructurales.

4.1.2.1. Losas nervadas en 1 dirección.

Tabla 112.*Losas nervadas en 1 dirección del CASO A y B*

LOSAS NERVADAS EN 1 DIRECCIÓN	
Edificio	Área de sección
Caso A	0.1 m ²
Caso B	0.09 m ²

La sección de la losa del edificio de B se redujo en un 10% en relación con el edificio del Caso A.

4.1.2.2. Vigas.**Tabla 113.***Sección de vigas del CASO A y B*

SECCIÓN DE VIGAS				
Edificio	Área de sección (m ²)			
	Ejes A-G-1-3	Ejes B-C-D-E-F	Eje 2	Eje A'
Caso A	0.16	0.18	0.22	0.09
Caso B	0.12	0.1575	0.175	0.075

En el área de sección de las vigas se vio reducida para el caso B en comparación con el Caso A en los ejes A-G-1-3 en un 25%, en el eje B-C-D-E-F en un 13%, en el eje 2 en un 20% y en el eje A' en un 17%.

4.1.2.3. Columnas.**Tabla 114.***Sección de columnas del CASO A y B*

SECCIÓN DE COLUMNAS	
Edificio	Área de sección (m ²)
Caso A	0.175
Caso B	0.1575

El área de sección de columnas del Caso B se redujo en un 10% en comparación al Caso A.

4.1.2.4. Cimentación.

Tabla 115.

Sección de cimentación del CASO A y B

SECCIÓN DE CIMENTACIÓN		
Edificio	Área de sección (m ²)	
Caso A	0.39	
Caso B	0.275	

La cimentación del caso B se redujo en un 29% en comparación con la zapata del caso A.

4.1.3. Análisis sísmico.

4.1.3.1. Cortante basal.

Tabla 116.

Cortante Basal del CASO A y B

CORTANTE BASAL		
Caso A	115372.192	kg
Caso B	87093.053	kg

El cortante basal se redujo en un 25% en el caso B.

4.1.3.2. Derivas de piso.

Tabla 117.

Derivas de piso EX y EY del CASO A y B

DERIVAS DE PISO		
EX	Caso A	0.0193
	Caso B	0.0192
EY	Caso A	0.0053
	Caso B	0.0140

Las derivas de piso para el caso B, en EX, tuvo una disminución mínima de 0.5%, mientras que en EY tuvo un incremento del 265%.

4.1.3.3. Torsión

Tabla 118.

Torsión EX y EY del CASO A y B

TORSIÓN		
EX	Caso A	1.1069
	Caso B	1.1065
EY	Caso A	0.8354
	Caso B	0.8335

En cuanto a torsiones, no existe una diferencia significativa entre ambos casos, ya que el Caso B se reduce en un 0.03% para EX y un 0.23% para EY.

4.1.4. Peso.

La tabla 118 muestra el peso de cada caso.

Tabla 119.

Peso del CASO A y B

PESO		
Caso A	630.05	T
Caso B	462.50	T

En cuanto a peso, podemos decir que el edificio del Caso B presenta una reducción del 25% con respecto al edificio A.

4.1.5. Diseño de hormigón armado.

Para el análisis de este apartado, tomaremos las cuantías de acero de los elementos estructurales y la cantidad total de acero ocupado. La cuantía del acero es la relación que existe entre la cantidad de concreto y acero a utilizar, esta dependerá de los esfuerzos cortantes y/o a flexión. En algunos casos presentados, aunque la cuantía del acero sea mayor para el caso B, no hay que olvidar que el área de sección de los elementos estructurales es menor.

4.1.5.1. Zapatas.

La tabla 119 detalla la cuantía de acero en la zapata corrida de cada caso.

Tabla 120.

Cuantía del acero y peso total de acero ocupado en zapata corrida del caso A y B.

CUANTÍA DEL ACERO ZAPATA CORRIDA		
Edificio	ρ	Peso As (kg)
Caso A	0.0009	6127.69
Caso B	0.00086	4012.27

El caso A tiene 1.05 veces más cuantía de acero que en el caso B en la zapata corrida. La cantidad de acero ocupado en peso es 35% mayor para el caso A con relación al caso B.

4.1.5.2. Losas.

Tabla 121.

Cuantía del acero y peso total de acero ocupado en losa nervada del CASO A y B

CUANTÍA DEL ACERO LOSA NERVADA				
	ρ Caso A	ρ Caso B	Peso As (kg) Caso A	Peso As (kg) Caso B
ρ_1	0.0018	0.0018		
$\rho_{1-1'}$	0.0018	0.0018		
$\rho_{1'}$	0.0024	0.0028		
$\rho_{1'-2}$	0.0018	0.0018		
ρ_2	0.0019	0.0023	3727.92	2928.243
$\rho_{2-2'}$	0.0018	0.0018		
$\rho_{2'}$	0.0019	0.0023		
$\rho_{2'-3}$	0.0018	0.0018		
ρ_3	0.0018	0.0018		

El caso A presenta menor cuantía de acero, siendo en promedio de 5% menor en relación con el caso B, sin embargo, la cantidad de acero ocupado en peso es 21.45% menos para el caso B con relación al caso A.

4.1.5.3. Vigas.

Tabla 122.

Cuantía del acero en vigas y peso total de acero ocupado del CASO A y B

CUANTÍA DEL ACERO EN VIGAS				
	ρ max Caso A	ρ max Caso B	Peso As (kg) Caso A	Peso As (kg) Caso B
Viga Eje 2	0.004	0.004		
Vigas Eje 1y 3	0.007	0.008	25893.39	23184.87
Vigas Eje B, C, D, F	0.004	0.004		
Vigas Eje A y G	0.006	0.007		

La cuantía del acero en vigas en el caso B es mayor en un promedio de 7% con relación al caso A, no obstante, la cantidad de acero ocupado en peso es 10.46% menos para el caso B con relación al caso A.

4.1.5.4. Columnas

Tabla 123.

Cuantía del acero y peso total de acero ocupado en columnas del CASO A y B

CUANTÍA DEL ACERO EN COLUMNAS		
Edificio	ρ	Peso As (kg)
Caso A	0.0113	14058.57
Caso B	0.0109	12105.20

La cuantía de acero en columnas es 4% más elevado en el caso A en comparación con el caso B, asimismo, la cantidad de acero ocupado en peso es 13.89% mayor para el caso A con relación al caso B.

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.2, ANÁLISIS PRESUPUESTARIO

4.2.1. Precios unitarios de mampostería.

Para ser justos en cuanto a costos, debemos tener en cuenta que la instalación de mampostería de gypsum termina cuando se sellan las juntas y se

empasta, por lo cual, vamos a considerar el mismo acabado para la pared de bloque y llegar hasta el enlucido y empaste para calcular los costos que representarían.

Tabla 124.

Mampostería de bloques de exterior

MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE EXTERIOR		
Rubro	Unidad	P.U.
Mampostería de bloques livianos e=15cm	m ²	\$15.71
Enlucido interior/exterior (Incluye filos)	m ²	\$13.27
Empaste para exterior	m ²	\$4.28
Precio de mampostería por metro cuadrado		\$33.26

Tabla 125.

Tabiquería exterior de Gypsum

TABIQUERÍA EXTERIOR DE GYPSUM		
Rubro	Unidad	P.U.
Tabiquería exterior de Gypsum	m ²	\$46.81

Tabla 126.

Mampostería de bloques de interior

MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE INTERIOR		
Rubro	Unidad	P.U.
Mampostería de bloques livianos e=10cm	m ²	\$14.93
Enlucido interior/exterior (Incluye filos)	m ²	\$13.27
Empaste para exterior	m ²	\$3.31
Precio de mampostería por metro cuadrado		\$31.51

Tabla 127.

Tabiquería interior de Gypsum

Rubro	Unidad	P.U.
Tabiquería interior de Gypsum	m ²	\$26.54

Teniendo en cuenta esto, ya podemos hacer la comparación de precios unitarios:

Tabla 128.

Precios unitarios de mamposterías exteriores

PRECIOS UNITARIOS DE MAMPOSTERÍAS EXTERIORES		
Caso A	m ²	\$33.26
Caso B	m ²	\$46.81

Tabla 129.*Precios unitarios de mamposterías interiores*

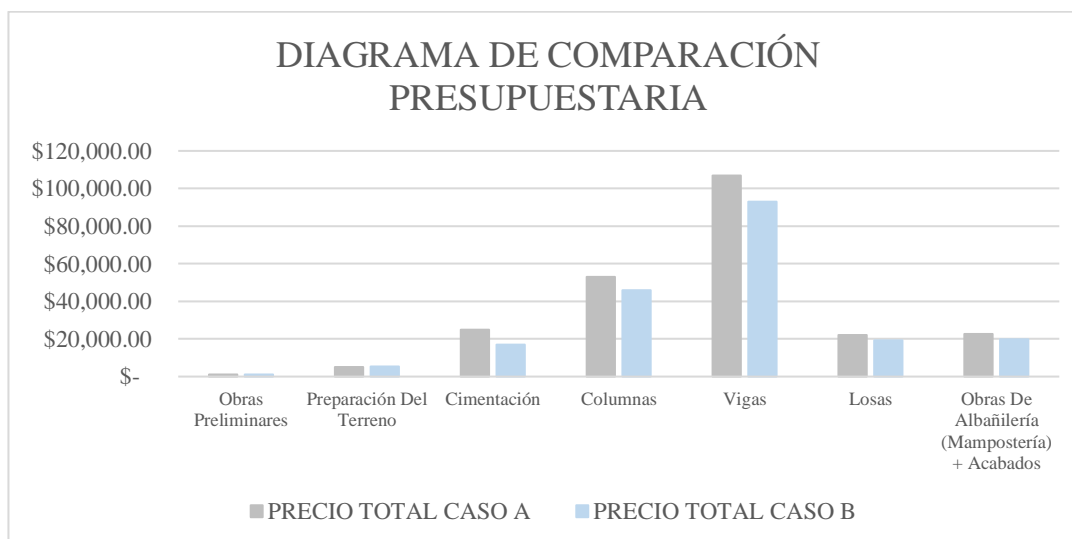
PRECIOS UNITARIOS DE MAMPOSTERÍAS INTERIORES		
Caso A	m ²	\$31.51
Caso B	m ²	\$26.54

Para el caso de la mampostería de exteriores, resulta ser la mampostería de bloque la mejor opción, ya que es 29% más económica que la tabiquería de gypsum, sin embargo, en la mampostería interior, resulta la tabiquería de gypsum resulta más económica que la mampostería de bloque en un 16%.

4.2.2. Presupuestos.

Tabla 130.*Precio Total del CASO A y B*

DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL		DISMINUCIÓN DE PRECIOS
	CASO A	CASO B	
Obras Preliminares	\$ 1,195.20	\$ 1,195.20	0.00%
Preparación Del Terreno	\$ 5,188.80	\$ 5,272.86	-1.62%
Cimentación	\$ 24,947.45	\$ 16,862.60	32.41%
Columnas	\$ 52,902.30	\$ 46,029.75	12.99%
Vigas	\$ 106,875.36	\$ 92,914.00	13.06%
Losas	\$ 22,153.38	\$ 19,388.68	12.48%
Obras De Albañilería (Mampostería) + Acabados	\$ 22,580.76	\$ 19,949.85	11.65%
TOTAL	\$ 235,843.25	\$ 201,612.94	14.51%

Figura 36.*Diagrama de comparación presupuestaria del CASO A y B*

En cuanto al presupuesto general de los casos, observemos que donde existe mayor diferencia en de precios en la cimentación, ya que su costo disminuye en un 32.41% para el caso B (edificio aporticado de hormigón armado con tabiquería de gypsum), en la preparación de terreno, en cambio observamos un incremento del 1.62%.

En cuanto a costos totales, el caso B sería la opción más económica con un 14.51% menos que el caso A (edificio aporticado de hormigón armado con mampostería de bloque). El costo por m² sin acabados y sin instalaciones del caso A (edificio aporticado de hormigón armado con mampostería de bloque) es de \$235.25 mientras que el del caso B (edificio aporticado de hormigón armado con tabiquería de gypsum) es de \$315.02.

4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.3, ANÁLISIS COSTOS VERSUS TIEMPO

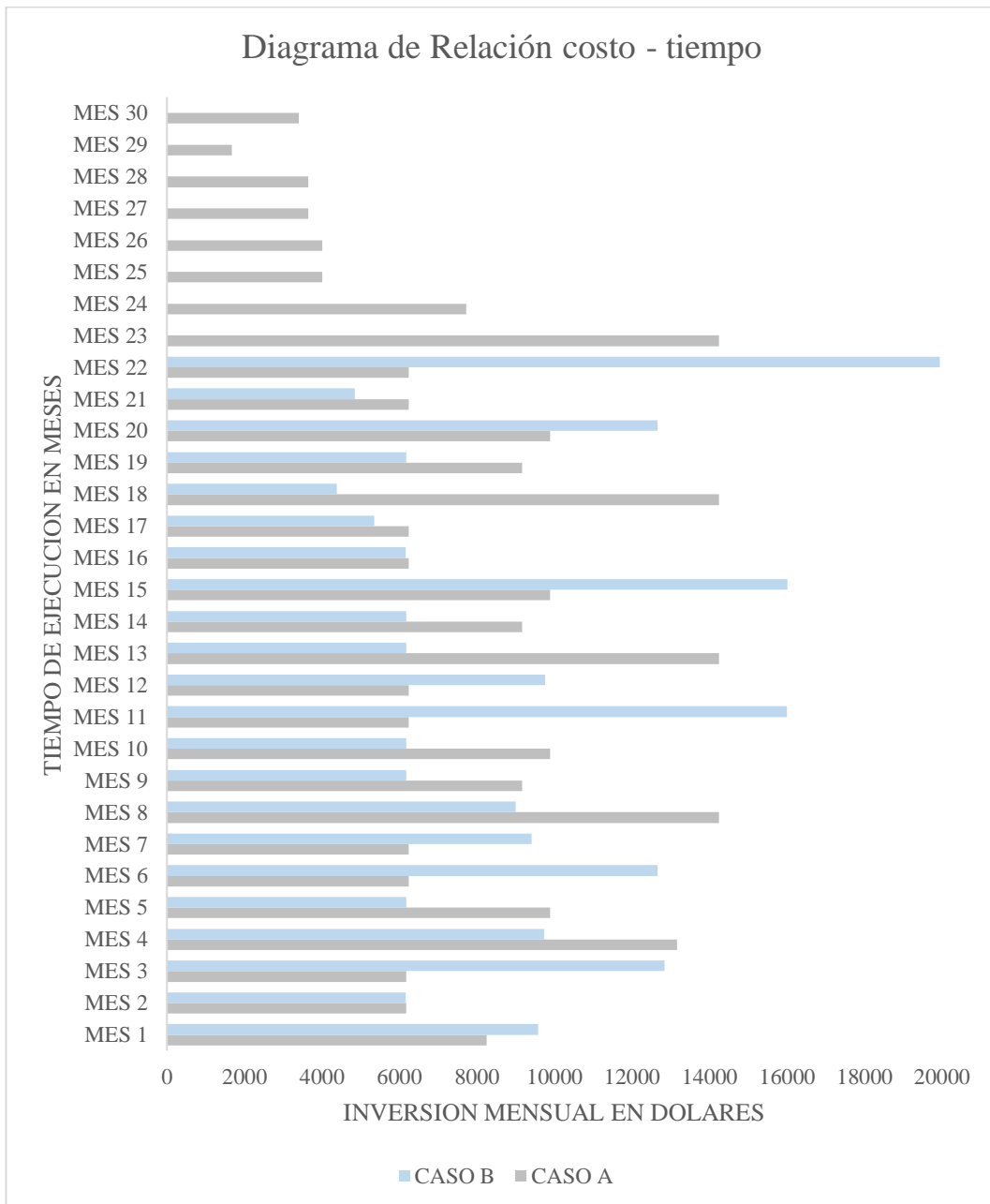
Como pudimos observar en la Tabla 111 y en la Tabla 112 donde se refleja el cronograma valorado del caso A y del caso B, respectivamente, notamos que el caso B se ejecutó 8 meses más rápido que el caso A.

Podemos observar también que donde hay más diferencia de ejecución es en el tiempo donde se colocan las mamposterías, teniendo un tiempo de diferencia de construcción total de 8 meses, siendo más rápida la ejecución de construcción del edificio aporticado de hormigón armado con tabiquería de gypsum.

Con lo anteriormente mencionado, podemos observar también que, en cuanto al porcentaje de avance de obra, el caso B (edificio aporticado de hormigón armado con tabiquería de gypsum) presenta mayores porcentajes, y por lo tanto, su ejecución es más rápida, lo que conlleva a que en algunos meses, el costo por ejecución mensual también sea más elevado que en el Caso del edificio aporticado de hormigón armado con mampostería tradicional de bloque.

Figura 37.

Diagrama de comparación presupuestaria del CASO A y B



CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Este trabajo de titulación se enfocó en analizar y comparar parámetros de comportamiento sísmico, presupuestos y tiempo de construcción en un modelo arquitectónico con dos variaciones de mampostería, en el caso A se utilizó los bloques tradicionales de cemento y en el caso B se utilizó tabiquería liviana de gypsum, de los cuales tuvimos los siguientes resultados:

- ✓ Para los casos anteriormente mencionados, se cumplió con los reglamentos respectivos que establece la Norma Ecuatoriana de la construcción, teniendo resultados satisfactorios. En cuanto al peso muerto de mampostería, esta es 7.33 veces menor para el caso de tabiquería de gypsum en comparación con la de bloque, dicha característica también favoreció para que las dimensiones transversales de los elementos estructurales se redujeran considerablemente para el caso B, en cuanto a losas y columnas, las secciones disminuyeron en un 10%, las vigas en alrededor de 19% y las cimentaciones en un 29%, y con ello podemos intuir que el peso de la estructura para el caso B también es menor, tal como se muestran en los resultados, la reducción del peso de la construcción para el edificio con mampostería de gypsum es de 25%. En cuanto a aspectos sísmicos, el cortante basal en el Caso B se redujo en un 25% en comparación con el caso A, sin embargo, en otros aspectos como las derivas de piso, el Caso B en la dirección Ex tuvo una disminución de derivas de 0.5%, no obstante, en la dirección Ey se incrementaron un 2.65 veces. En cuanto a Torsión, no hay diferencias significativas. Para los cálculos de hormigón armado, las cuantías de acero de las cimentaciones y columnas es mayor para el Caso A y las cuantías de acero en losas y vigas es mayor en el caso B, esto se podría

relacionar con los esfuerzos a los que se someten los elementos tomando en cuenta su área de sección, pero sin embargo, en cuanto al peso total del acero ocupado en kg en zapatas, losas, vigas y columnas es 35%, 21.45%, 10.46% y 13.89% respectivamente menor en el caso B con relación con el caso A.

- ✓ En cuanto al tema presupuestario, los análisis de precios unitarios arrojan que la mampostería de gypsum resulta más costosa para exteriores, teniendo un precio 29% más elevado que las de bloque, sin embargo, las paredes de interiores resultan ser más económicas con una disminución de precio unitario del 16%. Observando el presupuesto final el costo del edificio notamos que existe un incremento del 32.41% en el costo de la cimentación de bloque, este hecho lo podemos retribuir a que el edificio del Caso A es más pesado que el del caso B. el costo final del edificio del caso B resulta más asequible en un 14.51%.
- ✓ El análisis de costos versus tiempo refleja que el edificio construido con tabiquería ligera de gypsum resulta ser más rápido de construir en un 27%, sin embargo, esto también hace que el costo mensual de construcción sea más elevado en ciertos meses.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Para el diseño estructural es importante tomar en cuenta las normas nacionales e internacionales vigentes que se practican en el país donde se realiza la construcción.
- ✓ Es importante tomar en cuenta que realizar los cálculos de manera manual, ayuda a verificar que el modelamiento en Etabs este bien realizado, ya que por lo general los resultados son muy similares.
- ✓ Los análisis de precios unitarios deben ser verificados año a año, ya que la mano de obra, materiales, equipos y transporte varían se con el tiempo según las condiciones económicas del país.

- ✓ Para realizar el cronograma de trabajo es importante tomar en cuenta los rendimientos de cada rubro y el proceso constructivo para tener en cuenta el orden de ejecución de cada rubro.

- ✓ Para elegir un sistema de mampostería se deben analizar los factores de rapidez y costos de construcción, para nuestro caso, recomendamos utilizar el sistema de mampostería con paneles ligeros de gypsum, ya que es una opción viable para dividir espacios en ámbitos económicos y de tiempo, adicionalmente, también hace que la estructura sea menos pesada, lo que podría ser favorable en suelos con baja resistencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 318-14. (2014). ACI CODE-318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. In *Technical Documents*. https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=318U14&Format=PROTECTED_PDF&Language=Spanish&Units=US_Units
- Agrado, J. (2014). *Desarrollo de proyectos arquitectónicos con mampostería estructural*. Universidad Católica de Pereira.
- Agudelo, G., Aignerren, M., & Ruiz, J. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental. *Centro de Estudios de Opinión*.
- Aguiar, R. (2010). Peligrosidad sísmica del Ecuador y descripción de los puentes construidos sobre el estuario del río esmeraldas, con aisladores de base FPS. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 15(1), 85–117. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3098>
- Aguirre Almache, R., & Zúñiga Chimbo, A. (2019). *Análisis comparativo de los sistemas constructivos – apertado y manoportable empleados en la construcción de conjuntos habitacionales*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD.
- Ajayi, B. O., & Chinda, T. (2022). Impact of Construction Delay-Controlling Parameters on Project Schedule: DEMATEL-System Dynamics Modeling Approach. *Frontiers in Built Environment*, 8(February), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.799314>
- Alaloul, W. S., Musarat, M. A., Rabbani, M. B. A., Altaf, M., Alzubi, K. M., & Salaheen, M. Al. (2022). Assessment of Economic Sustainability in the Construction Sector: Evidence from Three Developed Countries (the USA, China, and the UK). *Sustainability (Switzerland)*, 14(10), 1–36. <https://doi.org/10.3390/su14106326>
- All-Biz. (2023). *Sistema Gyplac Tabiques*. <https://cl.all.biz/sistema-gyplac-tabiques-g22003>
- Almssad, A., Almusaed, A., & Homod, R. Z. (2022). Masonry in the Context of Sustainable Buildings: A Review of the Brick Role in Architecture. *Sustainability (Switzerland)*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/su142214734>
- Alva, A. (2021). *Resistencia a la compresión de bloquetas de concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$, al sustituir el cemento con relave minero en 10 y 20%-Ancash*. Universidad San Pedro.
- ArchiExpo. (2023). *Pórtico de hormigón armado*. <https://www.archiexpo.es/prod/pujol/product-89366-1447649.html>

- ASCE. (2005). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE/SEI 7-05* (ASCE/SEI 7-05). American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784408094>
- Asociación Técnica y Empresarial del Yeso. (2023). *Revestimientos con yeso*. <https://atedy.es/wp-content/uploads/2023/03/Manual-Revestimientos-con-yeso-enero-2023.pdf>
- Bake, M., Shukla, A., & Liu, S. (2021). Development of gypsum plasterboard embodied with microencapsulated phase change material for energy efficient buildings. *Materials Science for Energy Technologies*, 4, 166–176. <https://doi.org/10.1016/j.mset.2021.05.001>
- Brusil, J. (2020). *Estudio experimental de mampostería postensada resistente a cargas laterales y verticales, constituida por bloques de hormigón tipo lego*. Escuela Politécnica Nacional.
- BSI. (2002). Eurocode—Basis of structural design. *Eurocode 0*.
- Caprili, S., Panzera, I., & Salvatore, W. (2021). Resilience-based methodologies for design of steel structures equipped with dissipative devices. *Engineering Structures*, 228. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111539>
- Chachalo, M. (2023). *Diseño de una estructura metálica con un área de 400 m² para una línea de galvanizado en caliente*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO.
- Chipana, P. (2018). *Modelo de sistema de calidad según la norma ISO 9001: 2015 aplicado a una empresa dedicada a la edificación con el sistema drywall en Lima Norte–2018*. Universidad César Vallejo.
- Chiriboga, J. (2019). *Análisis técnico económico del sistema de mampostería reforzada propuesto para la losa de la casa tipo A del conjunto residencial Centro Mundo II, Quito*. Escuela Politécnica Nacional.
- Corblock. (2016, June). *Contenido de Humedad (Bloques de Hormigón)*. <https://www.corblock.com/pdf/bloques/10-Contenido-de-Humedad.pdf>
- Correa, M., & Machado, L. (2012). *Análisis comparativo económico estructural entre sistemas constructivos tradicionales y un sistema alternativo liviano*. Escuela Politécnica Nacional.
- Deb, A., Zha, A. L., Caamaño-Withall, Z. A., Conte, J. P., & Restrepo, J. I. (2022). Simplified Risk-Targeted Performance-Based Seismic Design Method for Ordinary Standard Bridges. *Journal of Bridge Engineering*, 27(10). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)be.1943-5592.0001916](https://doi.org/10.1061/(asce)be.1943-5592.0001916)
- Dirección Nacional de Consistencia Presupuestaria. (2020). *Manual Aplicativo FSEP* (4th ed.).
- Dreamstime. (2023). *Stenar seamless mönstrar*. <https://se.dreamstime.com/stock-illustrationer-stenar-seamless-m%C3%B6nstrar-image47760898>

- Drobiec, Ł., & Jasiński, R. (2023). Construction and Building Materials: Masonry Structures and Reinforced Concrete Structures. *Materials*, 16(15), 1–9. <https://doi.org/10.3390/ma16155351>
- Du, X., Zhang, H., & Han, Y. (2022). How Does New Infrastructure Investment Affect Economic Growth Quality? Empirical Evidence from China. *Sustainability (Switzerland)*, 14(6), 1–30. <https://doi.org/10.3390/su14063511>
- Exploor. (2023). 8 datos de Machu Picchu que no sabías. <https://www.exploorperu.com/es/blog/machu-picchu-guia/datos-machu-picchu/>
- Fermin, E., & Peña, H. (2022). *Presupuesto y programación para la construcción de una torre doble de 5 pisos del conjunto residencial Vivendum Goya en la ciudad de Neiva–Huila*. Universidad cooperativa de Colombia.
- Flores, C. (2021). *Expresión gráfico plástica y desarrollo de la motricidad fina en niños de cinco años de institución educativa inicial 289 Limbani-Puno, 2021*. Universidad Católica de los Ángeles Chimbote.
- Foraboschi, P. (2019). Masonry does not limit itself to only one structural material: Interlocked masonry versus cohesive masonry. *Journal of Building Engineering*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100831>
- Franco, L. (2023). *Gestión financiera de las cuentas de ingresos y gastos del GAD Municipal del Cantón Jujan en el periodo 2022*. Universidad técnica de Babahoyo.
- Gamboa Graus, M. E. (2018). Estadística aplicada a la investigación educativa. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.*, 2(1), 1–13.
- García, N. (2015). *Propuesta de dosificación para la elaboración de bloques huecos de hormigón en la Empresa Agroindustrial de Granos, en el municipio de Gibara*. Universidad de Holguín.
- GC - Construcciones. (2023). *Lo que necesitas saber sobre Mampostería Reforzada-GC Construcciones*. <https://gc-construcciones.net/lo-necesitas-saber-mamposteria-reforzada/>
- Gelis Echeverria, J., & Martínez Torres, P. (2020). ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS Y TIEMPOS DE MAMPOSTERÍA CON BLOQUES ENSAMBLADOS SIN MORTERO DE PEGA Y EL SISTEMA DE MAMPOSTERÍA CONVENCIONAL APLICADO A UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL JANNER [UNIVERSIDAD DE CARTAGENA]. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203%0Ahttp://mpoc.org.my/malaysian-palm-oil-industry/>
- Gharehbaghi, K., & Georgy, M. (2019). Sustainable Construction by Means of Improved Material Selection Process. *The Academic Research Community Publication*, 3(1), 85–94. <https://doi.org/10.21625/archive.v3i1.433>
- Gkournelos, P. D., Triantafillou, T. C., & Bournas, D. A. (2021). Seismic upgrading of existing reinforced concrete buildings: A state-of-the-art

- review. *Engineering Structures*, 240(March), 112273. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112273>
- González, C., Niño, M., & Ayala, G. (2023). Functionality Loss and Recovery Time Models for Structural Elements, Non-Structural Components, and Delay Times to Estimate the Seismic Resilience of Mexican School Buildings. *Buildings*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/buildings13061498>
- Guevara, O. (2013). *Análisis del proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina proyecto arquitectónico, en la carrera de arquitectura, en el contexto del aula*. 501. <http://www.tdx.cat/handle/10803/116191>
- Hernández, R., Fernández, C., & Pilar, L. (2014). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. In *Metodología de la Investigación* (Vol. 6). Mc Graw Hill Education.
- International Code Council. (2003). *2003 International Building Code*. Washington: International Code Council. <https://codes.iccsafe.org/content/IBC2003>
- Ismail, M., Chen, Y., Cruz-Noguez, C., & Hagel, M. (2022). Thermal resistance of masonry walls: a literature review on influence factors, evaluation, and improvement. *Journal of Building Physics*, 45(4), 528–567. <https://doi.org/10.1177/17442591211009549>
- Joyner, M. D., Kurth, M. H., Pumo, I., & Linkov, I. (2021). Recovery-based design of buildings for seismic resilience. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102556>
- Juan Rocés S.A. (2013). *Bloque Standard de hormigón*. <https://juanroces.com/wordpress/prefabricados-de-hormigon/catalogo-prefabricados-de-hormigon-juan-roces/edificacion-albanileria/bloque-standard-hormigon/>
- Jurado, A. (2017). *Efecto Doppler para la evaluación de muros de mampostería de blocks existentes*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Kirchberger, M. (2018). WIDER Working Paper 2018/146: The role of the construction sector. *WIDER Working Paper 2018*. <https://doi.org/https://doi.org/10.35188/UNU->
- Krishna, S. R. G., Menon, D., & Prasad, A. M. (2022). Lateral load behaviour of Glass Fibre Reinforced Gypsum walls supported on Reinforced Concrete frames. *Structures*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.08.027>
- Li, Y., & Ren, S. (2011). Building Decorative Materials. In *Building Decorative Materials*. <https://doi.org/10.1533/9780857092588>
- Lituma, M., & Cañizares, F. (2021). Análisis del desempeño de un pórtico de hormigón armado con arriostramiento concéntrico de acero estructural. *Polo Del Conocimiento*, 6(12), 1168–1190. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i12.3430>

- Loayza Sánchez, A. (2016). *Requisitos mínimos de diseño sismo-resistente para estructuras de hormigón en viviendas de interés social*. 1–53. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7930>
- Londoño Méndez, A. (2019). *ESTUDIO Y ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO APORTICADO Y MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL, REALIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CASAS DE UNO Y DOS PISOS, ESTABLECIDO EN LA EMPRESA PANORAMA GRUPO CONSTRUCTOR SAS*. Universidad Católica de Colombia.
- López, P. (2004). Población muestra y muestreo. *Punto Cero*, 9(08), 69–74.
- Ma, H., Ma, Q., & Gaire, P. (2020). Development and mechanical evaluation of a new interlocking earth masonry block. *Advances in Structural Engineering*, 23(2). <https://doi.org/10.1177/1369433219868931>
- Manfredi, V., & Masi, A. (2018). Seismic strengthening and energy efficiency: Towards an integrated approach for the rehabilitation of existing RC buildings. *Buildings*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/buildings8030036>
- Mayorga, J. (2017). *Elaboración de un manual del proceso constructivo de mampostería en Nicaragua*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- McCORMAC, J. (2013). *Diseño de estructuras de acero*. Alfaomega grupo editor.
- Mendoza, W. (2014). *Cómo investigan los economistas: Guía para elaborar y desarrollar un proyecto de investigación* (Editorial de la PUCP).
- MN del Golfo. (2023). *¿Conoces las diversas aplicaciones del Yeso?* <https://www.mndelgolfo.com/blog/reportaje/conoces-las-diversas-aplicaciones-del-yeso/>
- MTT MAXIM. (2023). *Bloquera manual (máquina bloques), todo ventajas*. <https://mtt-maxim.com/bloquera-manual-maquina-bloques-todo-ventajas/>
- NEC. (2015). *Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción)*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- NEC-SE-CG. (2015). *Cargas (No Sísmicas)*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SE-CG-Cargas-No-Sismicas.pdf>
- NEC-SE-DS. (2015). *Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- NEC-SE-GC. (2015). *Geotécnia y Cimentaciones*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/7.-NEC-SE-GC-Geotecnia-y-Cimentaciones.pdf>
- NEC-SE-HM. (2015). *Estructuras de Hormigón Armado*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>

- NEC-SE-MP. (2015). *Mampostería Estructural* (pp. 1–60). <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/10.-NEC-SE-MP-Mamposteria-Estructural.pdf>
- Negro, P., & Romano, E. (2022). The Challenge of the Integrated Seismic Strengthening and Environmental Upgrading of Existing Buildings. *Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences*, 363–378. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15104-0_22
- Nicomedes, E. (2018). Tipos de investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*, 4.
- Nicot, L. (2017). *Propuesta de utilización de residuos de PVC de la fabrica plásticos Cajimaya en bloques huecos de Hormigón*. [Universidad de Holguín]. <https://repositorio.uho.edu.cu/handle/uho/7730>
- Orozco Alvarado, J. C., & Díaz Pérez, A. A. (2018). ¿Cómo redactar los antecedentes de una investigación cualitativa? *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 1(2). <https://doi.org/10.30698/recsp.v1i2.13>
- Pacific Earthquake Engineering Center. (2017). Guidelines for Performance-Based Seismic Design of Tall Buildings. In *PEER Report 2017/06*. https://peer.berkeley.edu/sites/default/files/tbi-working-group-led-by-co-chairs-ron-ha-burger-and-jack-moehle_10.9.17_withlinks.pdf
- Paredes, S., Torres, H., & Gómez, R. (2020). Programación de la construcción del tercer anillo de muros anclados de una edificación aplicando el método de líneas de balance. *Investigación & Desarrollo*, 20(1), 173–192.
- Pastrana, J. (2019). *CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES PARA RESISTIR SISMOS EN LA COLONIA ROMA, CDMX* [INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL]. [https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/26535/1/Control de calidad de concreto TE-10362.pdf](https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/26535/1/Control%20de%20calidad%20de%20concreto%20TE-10362.pdf)
- Patrel, J. (2017a). Estudio Comparativo De Costos Entre Paneles Especiales Ligeros, Muro Seco Tipo Gypsum, Y Mampostería Tradicional De Una Edificación. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Patrel, J. (2017b). *Estudio comparativo de costos entre paneles especiales ligeros, muro seco tipo Gypsum, y mampostería tradicional de una edificación*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Pheng, L. S., & Hou, L. S. (2019). The Economy and the Construction Industry. In *Construction Quality and the Economy* (p. 271). <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5847-0>
- Placadis SL. (2007, November 28). *Cómo se fabrica el Pladur?* <https://pladur.wordpress.com/tag/placadis/>
- Pladur. (2020). *Manual Pladur - Normativa, productos y sistemas* (Edición 1).
- Quesquén, K. (2019). *El sistema Drywall como alternativa constructiva sostenible en edificaciones de viviendas en el distrito de Chiclayo–Lambayeque*

[Universidad Nacional de Trujillo].
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstreams/c1151f22-4965-4fcb-aabe-ac6f0e799f26/download>

- Quinde, J., Jiménez-Pacheco, J., & Ortega-Guamán, E. (2023). Revisión de normas de diseño para mampostería confinada en Latinoamérica: propuestas para la Norma Ecuatoriana de Construcción. *Revista Politécnica*, 51(1), 77–92. <https://doi.org/10.33333/rp.vol51n1.07>
- Quinde Martínez, P. D., & Reinoso Angulo, E. (2016). ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO DE ECUADOR Y PROPUESTA DE ESPECTROS DE DISEÑO PARA LA CIUDAD DE CUENCA. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 94, 1–26. <https://doi.org/10.18867/ris.94.274>
- Reino Minerales. (2023). *La piedra de yeso, su historia, su origen y composición, sus propiedades y sus virtudes en litoterapia*. <https://www.reino-minerales.es/virtudes-de-las-piedras/piedra-yeso/>
- Rivera, D. (2021). *Planeación, programación y control de obras de los procesos reales constructivos de una vivienda bifamiliar ciudadela 3 de Mayo, Jipijapa* [Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4339>
- Robledo, J. (2004). Población de estudio y muestreo en la investigación epidemiológica. *Nure Investigación*. <https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/205>
- Sáez-Pérez, M. P., Durán-Suárez, J. A., Verdú-Vázquez, A., & Gil-López, T. (2022). Study and Characterization of Special Gypsum-Based Pastes for Their Use as a Replacement Material in Architectural Restoration and Construction. *Materials*, 15(17). <https://doi.org/10.3390/ma15175877>
- Salinas Tomalá, C., & Tomalá Catuto, A. (2023). *Universidad Estatal Península De Santa Elena Facultad De Ciencias De La Ingeniería Carrera Ingeniería Civil Tema: "Diseño Sismorresistente Y Análisis Comparativo Técnico-Económico Entre Sistema De Hormigón Armado Y Sistema Drywall Para Edificio De 8 Pisos* [UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9204>
- Secretaría de Gestión de Riesgos, & MIDUVI. (2015). Guía práctica de la construcción para no profesionales aplicando la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015. In *Guía de Diseño* (1st ed.).
- Segovia, M. (2021). *Wilfor Nina Mamani*.
- Shi, X., Rong, X., Nan, L., Wang, L., & Zhang, J. (2022). A New Steel-Joint Precast Concrete Frame Structure: The Design, Key Construction Techniques, and Building Energy Efficiency. *Buildings*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/buildings12111974>
- Tesfaye, A., & Balasubramanian, N. (2017). Recycling of used plaster of Paris moulds for building materials industry. *Waste Management and Utilization Techniques*, 1, 261–286.

- Thamboo, J., Zahra, T., Navaratnam, S., Asad, M., & Poologanathan, K. (2021). Prospects of developing prefabricated masonry walling systems in australia. *Buildings*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/buildings11070294>
- Thomás, M. (2015). GESTION DE LA CALIDAD EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS, SITUACION ACTUAL DE LA MANO DE OBRA CIVIL ECUATORIANA. *Revista Ciencia*, 17,1, 125–136. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/515/423>
- Titiksh, A., & Gupta, M. K. (2015). A Study of the Various Structural Framing Systems Subjected to Seismic Loads. *SSRG Int. J. Civ. Eng*, 2(4), 23–30. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2167.1127>
- Torres, J. (2019). *Propuesta de Actualización Parcial del Manual de Evaluación y Reforzamiento Sísmico para Reducción de Vulnerabilidad en Viviendas de Mampostería no Estructural de Build Change*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Unamuno, A., Chica, C., Ordóñez, G., & Arias, J. (2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción: Eficiencia Energética en edificaciones Residenciales (EE)*. Ministerio de desarrollo urbano y vivienda.
- Urgilés, P., Claver, J., & Sebastian, M. (2018). Analysis of the cost schedule and earned value techniques for the monitoring and control of complex construction projects. *Madrid: 22nd International Congress on Project Management and Engineering*, 51–63.
- Varela, J. L., Chan, S., Fernández, L. E., & Moreno, J. A. (2015). Comportamiento de muros de mampostería confinada con aberturas sujetos a cargas fuera del plano. *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*, 7(1), 52–65.
- Vasco López, P. (2016). SISMO RESISTENCIA EN EDIFICIOS DE HORMIGON Y ACERO PARA ZONAS DE ALTA PELIGROSIDAD SÍSMICA EN EL ECUADOR. [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. In *Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Maestría en Estructuras Sismo Resistentes*. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22521/1/Maestría E.S.R. 80 - Vasco López patricio Marcelo.pdf>
- Villacís, B., & Carrillo, D. (2012). País atrevido: la nueva cara sociodemográfica del Ecuador. *Analitika, Edición especial revista Analitika*, 52. http://www.inec.gob.ec/publicaciones_libros/Nuevacarademograficadeecuador.pdf
- Villatoro, D. (2014). *Comparación de calidad entre una construcción de mampostería vs. concreto reforzado en viviendas unifamiliares*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Vivar, M. (2021, May 7). *Análisis de Precios Unitarios*. <https://www.interpro.ec/analisis-de-precios-unitarios/>
- Yuva, Y. (2023). Low-strength concrete properties in existing structures using NDT and core test results. In *Journal of Building Engineering* (Vol. 76). <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.107281>

- Zeng, B., & Li, Y. (2023). Towards Performance-Based Design of Masonry Buildings : *Buildings*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/buildings13061534>
- Zuluaga Alzate, I. (2011). *PARAMETROS PARA HACER EFICIENTE LA CONSTRUCCION DE UN PROYECTO ARQUITECTONICO* [UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA].
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7130/1/LUZARDO-BUIATRIA-2017.pdf>

ANEXOS

Tabla 131.*Predimensionamiento de vigas de borde y vigas de interiores del CASO A*

PREDIMENSIONAMIENTO						
	VIGAS DE BORDE			VIGAS DE INTERIORES		
	EJE A	EJE G	EJE 1-3	EJE A'	EJE B-C-D-E-F	EJE 2
a (m)	2.7	1.1	2	1	3.6	4
L (m)	4	4	4.4	4	4	4.4
qu (kg/m)	11562.21	4710.53	8564.60	4282.30	15416.28	17129.20
Mu (kg*m)	18499.54	7536.85	16581.06	6851.68	24666.05	33162.13
b (cm)	40	35	40	30	40	40
d (cm)	33.77	23.05	31.98	23.73	39.00	45.22
d (cm)	35	25	35	25	40	50
h (cm)	40	30	40	30	45	55

Tabla 132.*Predimensionamiento de vigas de borde y vigas de interiores del CASO B.*

PREDIMENSIONAMIENTO						
	VIGAS DE BORDE			VIGAS DE INTERIORES		
	EJE A	EJE G	EJE 1-3	EJE A'	EJE B-C-D-E-F	EJE 2
a (m)	2.7	1.1	2	1	3.6	4
L (m)	4	4	4.4	4	4	4.4
qu (kg/m)	8989.77	3662.50	6659.09	3329.54	11986.35	13318.17
Mu (kg*m)	14383.62	5860.00	12891.99	5327.27	19178.17	25783.98
b (cm)	30	25	30	25	35	35
d (cm)	34.39	24.04	32.56	22.93	36.76	42.63
d (cm)	35	25	35	25	40	45
h (cm)	40	30	40	30	45	50

Tabla 133.*Predimensionamiento de columnas esquineras, bordes y centrales del Caso A.*

PREDIMENSIONAMIENTO						
	ESQUINERAS		BORDE		CENTRALES	
a (m)	2.8	2.8	4	2	4	4
L (m)	2	2	2.8	3.8	3.8	3.8
wu (kg/m²)	4282.30	4282.30	4282.30	4282.30	4282.30	4282.30
f'c (kg/m²)	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
Fy (kg/m²)	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00
Pu (kg)	23980.88	23980.88	47961.76	32545.48	65090.96	65090.96
A (cm²)	342.58	342.58	685.17	464.94	929.87	929.87
b (cm)	18.51	18.51	26.18	21.56	30.49	30.49
b (cm)	20.00	20.00	30.00	25.00	35.00	35.00
d (cm)	20.00	20.00	30.00	25.00	35.00	35.00
Ag (cm²)	400	400	900	625	1225	1225

Tabla 134.*Predimensionamiento de columnas esquineras, bordes y centrales del CASO B*

PREDIMENSIONAMIENTO						
	ESQUINERAS		BORDE		CENTRALES	
a (m)	2.8	2.8	4	2	4	4
L (m)	2	2	2.8	3.8	3.8	3.8
wu (kg/m²)	3329.54	3329.54	3329.54	3329.54	3329.54	3329.54
f'c (kg/m²)	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
Fy (kg/m²)	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00
Pu (kg)	18645.44	18645.44	37290.88	25304.52	50609.05	50609.05
A (cm²)	266.36	266.36	532.73	361.49	722.99	722.99
b (cm)	16.32	16.32	23.08	19.01	26.89	26.89
b (cm)	20.00	20.00	25.00	20.00	30.00	30.00
d (cm)	20.00	20.00	25.00	20.00	30.00	30.00
Ag (cm²)	400	400	625	400	900	900

Anexo 1.*Deflexiones de vigas del CASO A*

TABLE: Maximum displacement: beams				
Beam	Δ_{tabs} (mm)	L (mm)	Δ_{max} (mm)	Verificación $\Delta_{\text{tabs}} > \Delta_{\text{max}}$
B77	-0.004	1000	2.083	OK
B38	1.5679	3600	7.500	OK
B37	1.153	3400	7.083	OK
B36	1.164	3400	7.083	OK
B35	1.19	3400	7.083	OK
B33	0.671	4200	8.750	OK
B34	0.591	2000	4.167	OK
B73	-0.006	1000	2.083	OK
B65	1.128	3600	7.500	OK
B66	0.76	3400	7.083	OK
B67	0.782	3400	7.083	OK
B68	0.782	3400	7.083	OK
B69	0.492	4200	8.750	OK
B70	0.384	2000	4.167	OK
B48	0.002	800	1.667	OK
B47	1.545	3600	7.500	OK
B46	1.17	3400	7.083	OK
B45	1.184	3400	7.083	OK
B44	1.195	3400	7.083	OK
B43	1.602	4200	8.750	OK
B50	0.589	2000	4.167	OK
B6	0.415	4000	8.333	OK
B27	0.057	1000	2.083	OK
B3	0.319	4000	8.333	OK
B4	0.265	4000	8.333	OK

B61	0.384	4000	8.333	OK
B62	0.388	4000	8.333	OK
B59	0.382	4000	8.333	OK
B60	0.382	4000	8.333	OK
B57	0.385	4000	8.333	OK
B58	0.38	4000	8.333	OK
B55	0.349	4000	8.333	OK
B56	0.417	4000	8.333	OK
B64	0.088	4000	8.333	OK
B63	0.319	4000	8.333	OK
B1	0.126	4000	8.333	OK
B2	0.09	4000	8.333	OK

Anexo 2.

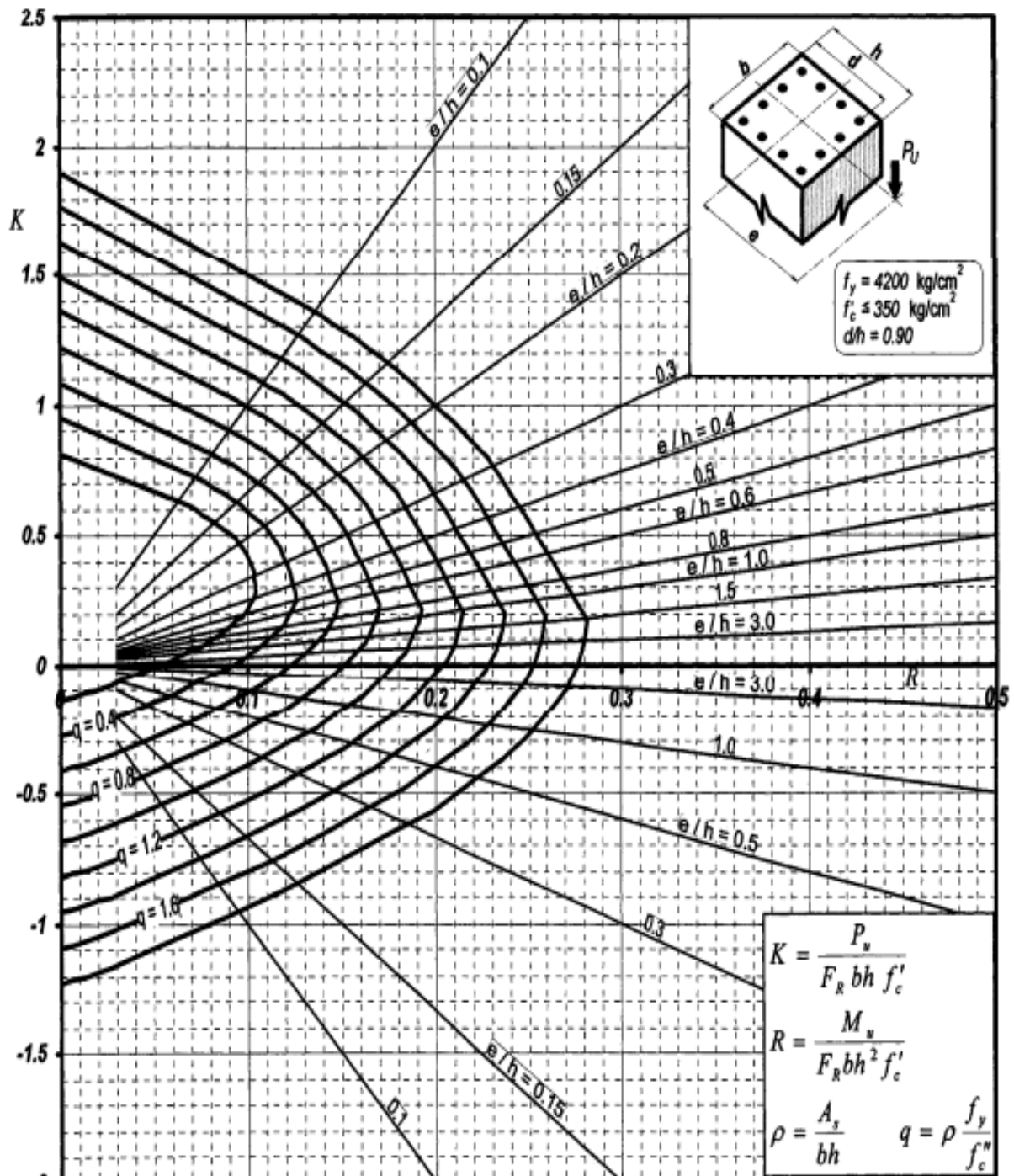
Deflexiones de vigas del CASO B

TABLE: Maximum displacement: beams				
Beam	Δ_{tabs} (mm)	L (mm)	Δ_{max} (mm)	Verificación $\Delta_{\text{tabs}} > \Delta_{\text{max}}$
B77	-0.004	1000	2.083	OK
B38	1.624	3600	7.500	OK
B37	1.3	3400	7.083	OK
B36	1.306	3400	7.083	OK
B35	1.336	3400	7.083	OK
B33	0.751	4200	8.750	OK
B34	0.672	2000	4.167	OK
B73	-0.006	1000	2.083	OK
B65	1.212	3600	7.500	OK
B66	0.867	3400	7.083	OK
B67	0.884	3400	7.083	OK
B68	0.887	3400	7.083	OK
B69	0.528	4200	8.750	OK
B70	0.438	2000	4.167	OK
B48	0.003	800	1.667	OK
B47	1.654	3600	7.500	OK
B46	1.315	3400	7.083	OK
B45	1.324	3400	7.083	OK
B44	1.336	3400	7.083	OK
B43	1.756	4200	8.750	OK
B50	0.667	2000	4.167	OK
B6	0.444	4000	8.333	OK
B27	0.056	1000	2.083	OK
B3	0.309	4000	8.333	OK
B4	0.269	4000	8.333	OK
B61	0.358	4000	8.333	OK
B62	0.361	4000	8.333	OK
B59	0.351	4000	8.333	OK
B60	0.352	4000	8.333	OK
B57	0.354	4000	8.333	OK

B58	0.35	4000	8.333	OK
B55	0.324	4000	8.333	OK
B56	0.375	4000	8.333	OK
B64	0.102	4000	8.333	OK
B63	0.283	4000	8.333	OK
B1	0.146	4000	8.333	OK
B2	0.076	4000	8.333	OK

Anexo 3.

Diagramas de interacción de columnas, diagrama utilizado para el Caso A y B



Anexo 4.

APU - Trazado y replanteo

DESCRIPCION DEL RUBRO Trazado y replanteo

UNIDAD m²

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.04983
Teodolito	1	4.50	4.50	0.02	0.09

SUBTOTAL M 0.13983

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.1000	0.41
Topógrafo (En Construcción- Estr.Oc.C1)	1.00	4.55	4.55	0.1000	0.46
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	0.1000	0.09
Residente de Obra	0.10	4.56	0.46	0.1000	0.05

SUBTOTAL N 0.9966

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Tiza	lb	0.0300	0.55	0.0165
Cuartón de madera	u	0.0700	2.1	0.147
Tiras de madera	u	0.1500	1.15	0.1725
Clavos 2 1/2"	Kg	0.0100	2.6	0.026

SUBTOTAL O 0.362

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
-------------	--------	---------------	------------------	--------------------

SUBTOTAL P 0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	1.50
INDIRECTOS Y UTILIDAD: 20.00%	0.30
OTROS INDIRECTOS:	
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	1.80
VALOR OFERTADO:	1.80

Anexo 5.

APU - Excavación a máquina

DESCRIPCION DEL RUBRO Excavación a máquina

UNIDAD m³

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.09056
Retroexcavadora 75 HP	1	38.00	38.00	0.1	3.8

SUBTOTAL M 3.89056

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.2000	0.81
Operador de equipo pesado	1.00	4.55	4.55	0.2000	0.91
Residente de Obra	0.10	4.56	0.46	0.2000	0.09

SUBTOTAL N 1.8112

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
-------------	--------	---------------	------------------	--------------------

SUBTOTAL O 0

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
-------------	--------	---------------	------------------	--------------------

SUBTOTAL P 0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		5.70
INDIRECTOS Y UTILIDAD:	20.00%	1.14
OTROS INDIRECTOS:		
COSTO TOTAL DEL RUBRO:		6.84
VALOR OFERTADO:		<u>6.84</u>

Anexo 6.

APU - Relleno y compactado

DESCRIPCION DEL RUBRO Relleno compactado

UNIDAD m³

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.150605
Compactador manual	1	4.75	4.75	0.3	1.425

SUBTOTAL M 1.575605

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.3500	1.42
Operador de equipo liviano	1.00	4.10	4.10	0.3500	1.44
Residente de Obra	0.10	4.56	0.46	0.3500	0.16

SUBTOTAL N 3.0121

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Cascajo mediano/fino	m3	1.2500	7.50	9.375

SUBTOTAL O 9.375

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
-------------	--------	---------------	------------------	--------------------

SUBTOTAL P 0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		13.96
INDIRECTOS Y UTILIDAD:	20.00%	2.79
OTROS INDIRECTOS:		
COSTO TOTAL DEL RUBRO:		16.75
VALOR OFERTADO:		16.75

Anexo 7.

APU - Replanto de hormigón simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCION DEL RUBRO Replanto de hormigón simple $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ $e = 5 \text{ cm}$

UNIDAD m^2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.07137
Concretera eléctrica con capacidad de 350 L	1	4.10	4.10	0.05	0.205

SUBTOTAL M 0.27637

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.1500	0.61
Albañil	1.00	4.10	4.10	0.1500	0.62
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	0.1500	0.14
Residente de Obra	0.10	4.56	0.46	0.1500	0.07

SUBTOTAL N 1.4274

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Agua	m ³	0.0100	2.25	0.0225
Cemento Tipo GU (50kg)	saco	0.3000	7.90	2.37
Arena Gruesa	m ³	0.0300	13.50	0.405
Piedra 3/4"	m ³	0.0400	18.00	0.72

SUBTOTAL O 3.5175

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
-------------	--------	---------------	------------------	--------------------

SUBTOTAL P 0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS $X = (M + N + O + P)$		5.22
INDIRECTOS Y UTILIDAD:	20.00%	1.04
OTROS INDIRECTOS:		
COSTO TOTAL DEL RUBRO:		6.26
VALOR OFERTADO:		6.26

Anexo 8.

APU - Hormigón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCION DEL RUBRO Hormigón $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ (Incluye encofrado y desencofrado)

UNIDAD m^3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.374325
Vibrador de manguera	1	5.10	5.10	1	5.1
Bomba estacionaria de concreto	1	13.20	13.20	1	13.2

SUBTOTAL M 18.674325

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	2.00	4.05	8.10	0.3000	2.43
Albañil	2.00	4.10	8.20	0.3000	2.46
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.50	4.55	2.28	0.3000	0.68
Residente de Obra	0.50	4.56	2.28	0.3000	0.68
Carpintero	1.00	4.10	4.10	0.3000	1.23

SUBTOTAL N 7.4865

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Hormigón simple $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	m^3	1.1000	145.00	159.5
Cuartón de madera	u	0.2000	2.10	0.42
Tablas de Encofrado semidura	u	6.5000	5.60	36.4
Tiras de madera	u	3.9000	1.15	4.485
Clavo 2" x 8	lb	5.5000	0.9	4.95

SUBTOTAL O 205.755

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B

SUBTOTAL P 0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS $X = (M + N + O + P)$		231.92
INDIRECTOS Y UTILIDAD:	20.00%	46.38
OTROS INDIRECTOS:		
COSTO TOTAL DEL RUBRO:		278.30
VALOR OFERTADO:		278.30

Anexo 9.

APU - Tabiquería exterior de Gypsum

DESCRIPCION DEL RUBRO Tabiquería exterior de Gypsum

UNIDAD m²

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.2379
Modulos de andamios (Incluye transporte)	1	0.28	0.28	0.6	0.168

SUBTOTAL M 0.4059

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.5000	2.03
Albañil	1.00	4.10	4.10	0.5000	2.05
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	0.5000	0.46
Residente de Obra	0.10	4.56	0.46	0.5000	0.23

SUBTOTAL N 4.758

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Plancha gypsum para exteriores de 1,22x2,44m y 12.7 mm de espesor	u	0.3750	24.18	9.0675	
Plancha gypsum para interiores de 1,22x2,44m y 12.7 mm de espesor	u	0.3750	11.68	4.38	
Perfil Stud 2 1/2 x 8"	u	0.9500	2.40	2.28	
Perfil Track 2 1/ x 8"	u	0.7500	1.90	1.425	
Perfil J de PVC	u	0.3300	3.00	0.99	
Clavo para concreto	u	3.0000	0.09	0.27	
Tornillo de estructura punta broca 8 x 1/2"	u	3.0000	0.05	0.15	
Tornillo de plancha punta broca 6 x 1"	u	11.0000	0.05	0.55	
Membrana Hidrófuga 1,22m ancho x 76,20m largo	rollo	0.0100	99.95	0.9995	
Lana de Vidrio Aislante Térmico y Acústico 1,2x12m, e=5cm	rollo	0.0700	43.37	3.0359	
Cinta malla de fibra de vidrio 5cmx90m	rollo	0.7000	3.47	2.429	
Malla de fibra de vidrio 0,9x90m	rollo	0.0120	75	0.9	
Mortero flexible repelente el agua para repellar láminas cementicias	saco	0.2000	25	5.00	
Empaste para exterior, incluye resina (20kg)	saco	0.0500	26.72	1.336	
Lija grano 120 (pliego)	u	0.1000	0.35	0.035	

SUBTOTAL O 32.8479

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	

SUBTOTAL P 0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		38.01
INDIRECTOS Y UTILIDAD:	20.00%	7.60
OTROS INDIRECTOS:		
COSTO TOTAL DEL RUBRO:		45.61
VALOR OFERTADO:		45.61

Anexo 10.

APU - Tabiquería interior de Gypsum

DESCRIPCION DEL RUBRO Tabiqueria interior de Gypsum

UNIDAD m²

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.14274
Modulos de andamios (Incluye transporte)	1	0.28	0.28	0.4	0.112

SUBTOTAL M 0.25474

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.3000	1.22
Albañil	1.00	4.10	4.10	0.3000	1.23
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	0.3000	0.27
Residente de Obra	0.10	4.56	0.46	0.3000	0.14

SUBTOTAL N 2.8548

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Plancha gypsum para interiores de 1,22x2,44m y 12.7 mm de espesor	u	0.7500	11.68	8.76
Perfil Stud 2 1/2 x 8"	u	0.9000	2.40	2.16
Perfil Track 2 1/ x 8"	u	0.6000	1.90	1.14
Tornillo Estructura para Broca 7 x 7/16"	u	4.0000	0.04	0.16
Tornillo Lamina Tipo Gypsum para Broca	u	8.0000	0.02	0.16
Tornillo autopercorante 3,25x25 mm	u	4.0000	0.1	0.4
Cinta De Papel De 5 Centimetros X 75 Metros	rollo	0.7000	3.35	2.345
Cinta alma de metal 30m	rollo	0.0500	12.73	0.6365
Masilla para juntas (25 Kg)	saco	0.0800	19.98	1.5984
Empaste para interior, incluye resina (20kg)	saco	0.0500	12.33	0.6165
Lija grano 120 (pliego)	u	0.1000	0.35	0.035

SUBTOTAL O 18.0114

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
-------------	--------	---------------	------------------	--------------------

SUBTOTAL P 0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	21.12
INDIRECTOS Y UTILIDAD: 20.00%	4.22
OTROS INDIRECTOS:	
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	25.34
VALOR OFERTADO:	25.34

Anexo 11.

APU - Mampostería de bloques livianos e=15cm

DESCRIPCION DEL RUBRO Mamposteria de bloques livianos e=15cm

UNIDAD m²

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.30927
Modulos de andamios (Incluye transporte)	1	0.28	0.28	0.3	0.084

SUBTOTAL M 0.39327

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.6500	2.63
Albañil	1.00	4.10	4.10	0.6500	2.67
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	0.6500	0.59
Residente de Obra	0.10	4.56	0.46	0.6500	0.30

SUBTOTAL N 6.1854

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Agua	m3	0.0100	2.25	0.0225
Cemento Tipo GU (50kg)	saco	0.1500	7.90	1.185
Arena fina	m3	0.0300	25.00	0.75
Bloque liviano de15x20x40cm	u	13.0000	0.35	4.55

SUBTOTAL O 6.5075

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
-------------	--------	---------------	------------------	--------------------

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

	SUBTOTAL P	0.00
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		13.09
INDIRECTOS Y UTILIDAD:	20.00%	2.62
OTROS INDIRECTOS:		
COSTO TOTAL DEL RUBRO:		15.71
VALOR OFERTADO:		15.71

Anexo 12.

APU - Mampostería de bloques livianos e=10cm

DESCRIPCION DEL RUBRO Mampostería de bloques livianos e=10cm

UNIDAD m²

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.30927
Modulos de andamios (Incluye transporte)	1	0.28	0.28	0.3	0.084

SUBTOTAL M 0.39327

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.6500	2.63
Albañil	1.00	4.10	4.10	0.6500	2.67
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	0.6500	0.59
Residente de Obra	0.10	4.56	0.46	0.6500	0.30

SUBTOTAL N 6.1854

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Agua	m3	0.0100	2.25	0.0225
Cemento Tipo GU (50kg)	saco	0.1500	7.90	1.185
Arena fina	m3	0.0300	25.00	0.75
Bloque liviano de10x20x40cm	u	13.0000	0.30	3.9

SUBTOTAL O 5.8575

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
-------------	--------	---------------	------------------	--------------------

SUBTOTAL P 0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		12.44
INDIRECTOS Y UTILIDAD:	20.00%	2.49
OTROS INDIRECTOS:		
COSTO TOTAL DEL RUBRO:		14.93
VALOR OFERTADO:		14.93

Anexo 13.

APU - Enlucido interior/exterior

DESCRIPCION DEL RUBRO Enlucido interior/exterior (Incluye filos)

UNIDAD m²

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.33306
Modulos de andamios (Incluye transporte)	1	0.28	0.28	0.6	0.168

SUBTOTAL M 0.50106

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.7000	2.84
Albañil	1.00	4.10	4.10	0.7000	2.87
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	0.7000	0.64
Residente de Obra	0.10	4.56	0.46	0.7000	0.32

SUBTOTAL N 6.6612

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Agua	m3	0.0100	2.25	0.0225
Cemento Tipo GU (50kg)	saco	0.3500	7.90	2.765
Arena fina	m3	0.0400	25.00	1
Tiras de madera	u	0.1000	1.15	0.115

SUBTOTAL O 3.9025

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
-------------	--------	---------------	------------------	--------------------

SUBTOTAL P 0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		11.06
INDIRECTOS Y UTILIDAD:	20.00%	2.21
OTROS INDIRECTOS:		
COSTO TOTAL DEL RUBRO:		13.27
VALOR OFERTADO:		13.27

Anexo 14.

APU - Acero estructural $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCION DEL RUBRO Acero estructural $F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ (Incluye alambre galvanizado #18)

UNIDAD kg
CODIGO

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.042822
Cortadora-dobladora	1	0.90	0.90	0.09	0.081

SUBTOTAL M **0.123822**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.0900	0.36
Fierrero	1.00	4.10	4.10	0.0900	0.37
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	0.0900	0.08
Residente de Obra	0.10	4.56	0.46	0.0900	0.04

SUBTOTAL N **0.85644**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
Alambre galvanizado No. 18	Kg	0.1000	2.20	0.22
Acero de refuerzo	Kg	1.0500	1.15	1.2075

SUBTOTAL O **1.4275**

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B
-------------	--------	---------------	------------------	--------------------

SUBTOTAL P **0.00**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		2.41
INDIRECTOS Y UTILIDAD:	20.00%	0.48
OTROS INDIRECTOS:		
COSTO TOTAL DEL RUBRO:		2.89
VALOR OFERTADO:		2.89

Anexo 15.

APU - Empaste para interior

DESCRIPCION DEL RUBRO	Empaste para interior
UNIDAD	m ²

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.12465
Modulos de andamios (Incluye transporte)	1	0.28	0.28	0.25	0.07
Equipo de seguridad industrial	1	0.28	0.28	0.25	0.07

SUBTOTAL M 0.26465

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.2500	1.01
Pintor	1.00	4.10	4.10	0.2500	1.03
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	0.2500	0.23
Residente de Obra	0.20	4.56	0.91	0.2500	0.23

SUBTOTAL N 2.493

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Agua	m3	0.0300	2.25	0.0675	
Empaste para interior, incluye resina (20kg)	saco	0.0550	12.33	0.67815	
Lija grano 120 (pliego)	u	0.2000	0.35	0.07	

SUBTOTAL O 0.81565

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	

	SUBTOTAL P	<u>0</u>
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	3.57
	INDIRECTOS Y UTILIDAD: 20.00%	0.71
	OTROS INDIRECTOS:	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:	4.28
	VALOR OFERTADO:	<u>4.28</u>

Anexo 16.

APU - Empaste para exterior

DESCRIPCION DEL RUBRO Empaste para exterior
UNIDAD m²

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.13612
Modulos de andamios (Incluye transporte)	2	0.28	0.56	0.2	0.112
Equipo de seguridad industrial	2	0.28	0.56	0.2	0.112

SUBTOTAL M 0.36012

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1.00	4.05	4.05	0.2000	0.81
Pintor	1.00	4.10	4.10	0.2000	0.82
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	4.55	4.55	0.2000	0.91
Residente de Obra	0.20	4.56	0.91	0.2000	0.18

SUBTOTAL N 2.7224

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Empaste para exterior, incluye resina (20kg)	saco	0.0450	26.72	1.2024	
Lija grano 120 (pliego)	u	0.2000	0.35	0.07	
Agua	m3	0.0000	2.25		

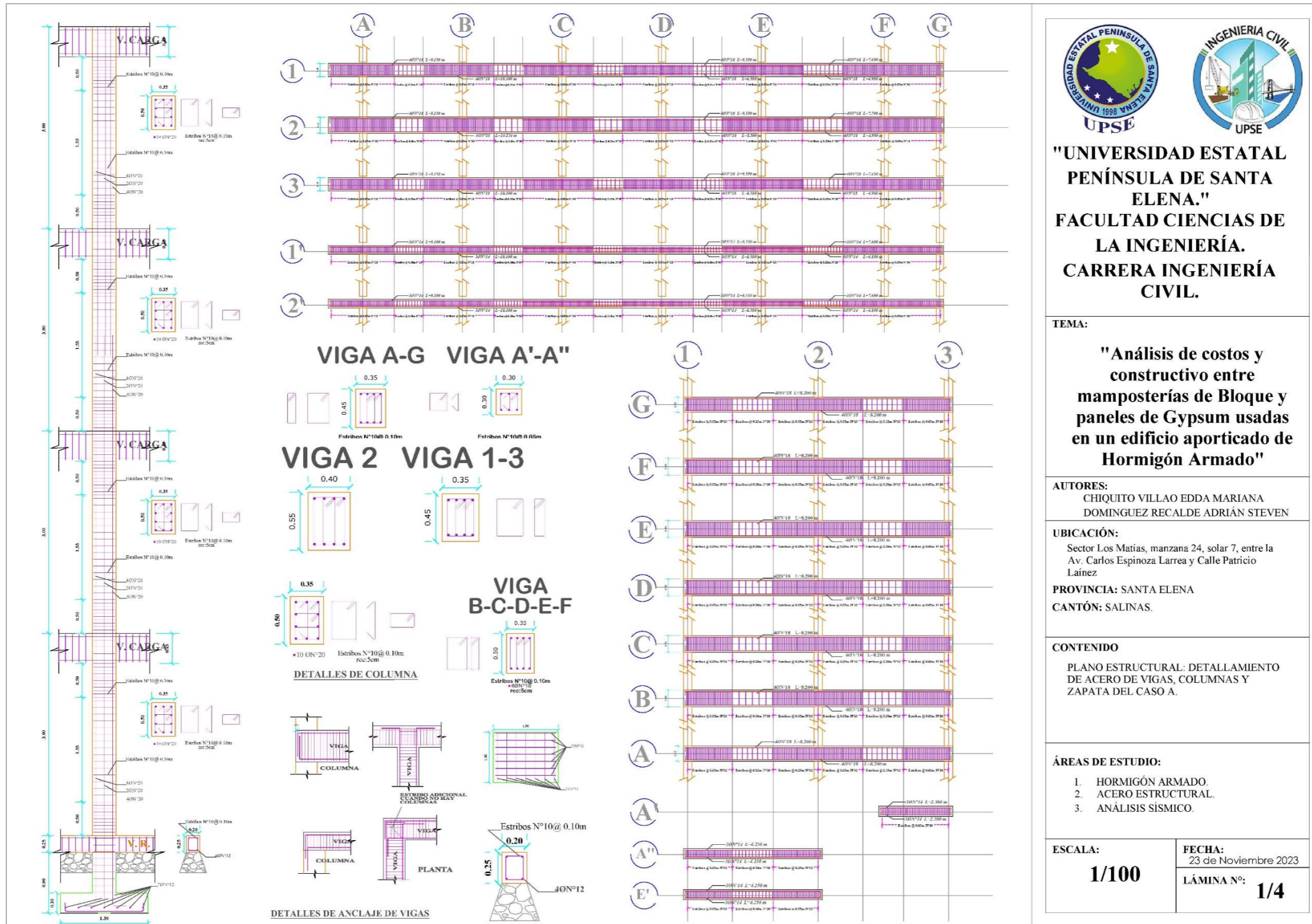
SUBTOTAL O 1.2724

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO C = A x B	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	SUBTOTAL P	0
	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	4.35
	INDIRECTOS Y UTILIDAD: 20.00%	0.87
	OTROS INDIRECTOS:	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:	5.22
VALOR OFERTADO:	5.22	

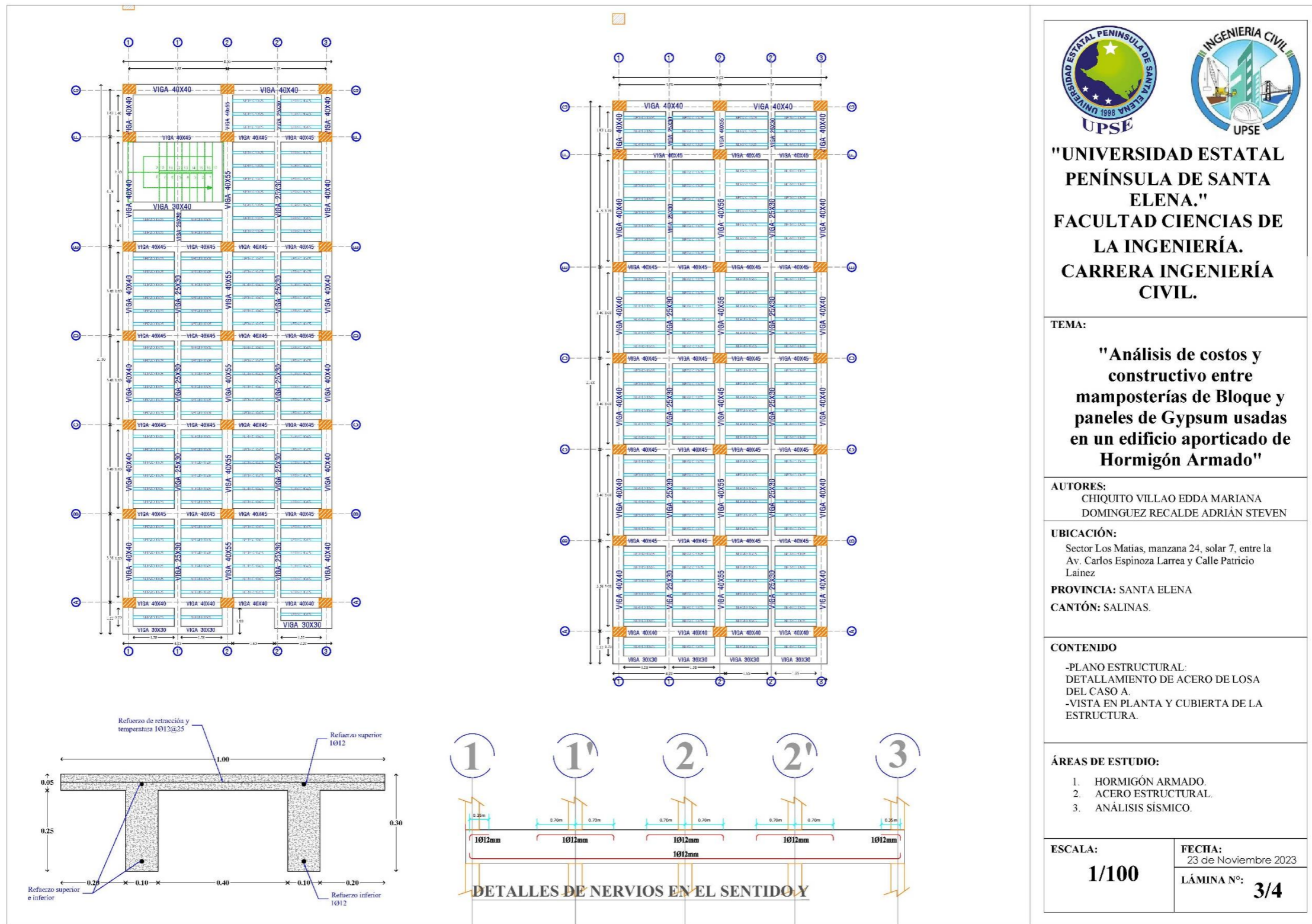
Anexo 17.

Plano estructural: Detallamiento de acero de vigas, columnas y zapata del CASOA



Anexo 19.

Plano estructural: Detallamiento de acero de losa del CASOA. Vista en planta y cubierta de la estructura



<p>"UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA." FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA. CARRERA INGENIERÍA CIVIL.</p>	
<p>TEMA:</p> <p style="text-align: center;">"Análisis de costos y constructivo entre mamposterías de Bloque y paneles de Gypsum usadas en un edificio aparcado de Hormigón Armado"</p>	
<p>AUTORES: CHIQUITO VILLAO EDDA MARIANA DOMINGUEZ RECALDE ADRIÁN STEVEN</p>	
<p>UBICACIÓN: Sector Los Matías, manzana 24, solar 7, entre la Av. Carlos Espinoza Larrea y Calle Patricio Lainez</p> <p>PROVINCIA: SANTA ELENA CANTÓN: SALINAS.</p>	
<p>CONTENIDO</p> <p>-PLANO ESTRUCTURAL: DETALLAMIENTO DE ACERO DE LOSA DEL CASO A. -VISTA EN PLANTA Y CUBIERTA DE LA ESTRUCTURA.</p>	
<p>ÁREAS DE ESTUDIO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. HORMIGÓN ARMADO. 2. ACERO ESTRUCTURAL. 3. ANÁLISIS SÍSMICO. 	
<p>ESCALA:</p> <p style="text-align: center;">1/100</p>	<p>FECHA: 23 de Noviembre 2023</p> <p>LÁMINA N°: 3/4</p>

