



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**USO DE FIBRA DE VIDRIO EN LOSAS DE CONCRETO ARMADO
PARA DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA
UNIFAMILIAR**

TUTOR

ING. ALFREDO BARRAGÁN SUBÍA

AUTORES

LUIS ANDRÉS TAPIA PUENTE

IRVING JOAO PARRA LOJAN

GUAYAQUIL

2023



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Uso de fibra de vidrio en losas de concreto armado para diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar

AUTOR/ES:

Luis Andrés Tapia Puente
Irving Joao Parra Loján

REVISORES O TUTORES:

Ing. Alfredo Barragán Subía

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Tercer nivel

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2023

N. DE PAGS:

122

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción

PALABRAS CLAVE: Hormigón, Aporticado, diseño a corte, Fibra de Vidrio, Predisiónamiento.

RESUMEN:

En el presente proyecto se determinará la falla a corte de los elementos estructurales donde tendremos en cuenta una comparativa con el hormigón tradicional y el hormigón armado con fibra de vidrio con los porcentajes de 0,5%, 1%, 1,5% y 2 %, con el fin de obtener una mejor resistencia a la falla al corte, en el cual se mencionará los conceptos y pasos a seguir para la elaboración, destacando así sus propiedades mecánicas, para tener en cuenta su correcta funcionalidad para la estructura en la cual será aplicada, la

incorporación de fibras nos permite crear elementos basados en materiales ligeros, duraderos y flexibles.

Luego teniendo en cuenta los conceptos y pasas a seguir se determinó un predimensionamiento para poder hallar la falla a corte, se realizaron diferentes cálculos para poder obtener los momento, las cuantías y la cantidad de acero que se utilizará, se incluyeron imágenes donde se puede apreciar los valores obtenidos para poder determinar la falla a diseño a flexión y corte, Para el predimensionamiento debemos considerar la sección más crítica, y para la dirección de los nervios debemos tomar en cuenta la luz más corta para tener un mejor comportamiento.

La investigación del proyecto obtendrá datos sobre las propiedades generales, volumen, peso y masa de las fibras de vidrio en el hormigón, que permitirán realizar los cálculos oportunos para realizar nuevos ensayos de resistencia del hormigón y nuevas dosis, teniendo en cuenta el cortante

Se realizó un análisis costo-beneficio para la comparativa entre el hormigón tradicional y el hormigón con fibra de vidrio y conocer sus beneficios al momento de ser usado en obras civiles.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Luis Andrés Tapia Puentes Irving Joao Parra Loján	Teléfono: 0997992202 0979280315	E-mail: ltapiapu@ulvr.edu.ec iparral@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mg. Milton Gabriel Andrade Laborde. (Decano) Teléfono: 042596500 Ext. 260 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec Mg. Alexis Wladimir Valle Benítez (Director de Carrera)	

	Teléfono: 042596500 Ext. 242
	E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

BORRADOR DE TESIS TAPIA PARRA

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	7 %	0 %	3 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	1 %
2	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1 %
3	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
5	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1 %
6	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
7	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
9	www.yumpu.com Fuente de Internet	<1 %

10	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
14	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
15	1library.co Fuente de Internet	<1 %
16	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1 %
19	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
20	siteresources.worldbank.org Fuente de Internet	<1 %

21	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
22	itsz.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
24	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
25	www.ut.edu.co Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
27	ambiental.unam.mx Fuente de Internet	<1 %
28	archive.org Fuente de Internet	<1 %
29	constitucion.rediris.es Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	repository.eafit.edu.co Fuente de Internet	<1 %

33	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
34	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
38	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
39	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %

Fecha de entrega: 23-ene-2023 11:34p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1998249579

Nombre del archivo: final_turnitin.docx (11.98M)

Total de palabras: 10190

Total de caracteres: 53259



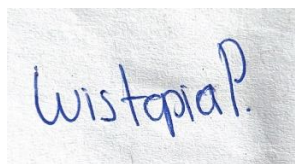
Msc, Ing. Alfredo Barragán S.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **LUIS ANDRES TAPIA PUENTE Y IRVING JOAO PARRA LOJAN**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **Uso de fibra de vidrio en losas de concreto armado para diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar**, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

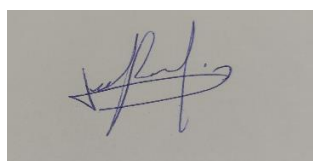
Autor(es)



Firma:

LUIS ANDRES TAPIA PUENTE

C.I. 1722010756



Firma:

IRVING JOAO PARRA LOJAN

C.I. 1104594427

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **Uso de fibra de vidrio en losas de concreto armado para diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **Uso de fibra de vidrio en losas de concreto armado para diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar**, presentado por los estudiantes **LUIS ANDRES TAPIA PUENTE E IRVING JOAO PARRA LOJAN** como requisito previo, para optar al Título de Ingeniería Civil, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



Ing. Alfredo Alonso Barragán S.

C.C. 0925578817

AGRADECIMIENTO

La presente investigación la dedico con afecto y gratitud:

Agradezco a Dios que siempre ha estado a mi lado, otorgándome fuerza día a día para superar retos, por la bendición de amanecer cada mañana y saber que puedo contar con él.

Agradezco a mis Padres que son el pilar fundamental de nuestra familia que con amor han logrado formar grandes seres humanos, son gran imagen de perseverancia y resiliencia, su más grande enseñanza fue que nunca nos debemos rendir

Agradezco a mis Hermanos Jorge, Damián, Jessica y Yalitza que son el impulso de ser la inspiración de ser un gran profesional, con su imagen nunca me han permitido que me rinda.

Agradezco a mis docentes que con su apoyo y formación han aportado de manera significativa a mi educación, con grandes valores y ética profesional

Agradezco a mi tutor Ing. Alfredo Barragán que sin su guía este trabajo de investigación no hubiera sido posible, por ser un gran profesional que me apoyo desde el primer momento.

Agradezco a mi compañero de tesis, Luis Tapia, que con trabajo en equipo y constancia hemos hecho nuestro mayor esfuerzo para que la investigación sea de apoyo para futuras investigaciones.

Irving Parra Loján

DEDICATORIA

Dedico a mis Padres Gonzalo y Sandra que con su amor han estado en cada proceso de mi vida universitaria que han sido mi pilar en momentos difíciles, por siempre confiar en mis capacidades.

Dedico a mi Hijo Jake que llegó a completar mi vida, con su felicidad se convirtió en el motivo de continuar a delante en este gran objetivo.

Irving Parra Loján

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por todas las oportunidades que he tenido, a pesar de todos los obstáculos que he enfrentado, los he superado y nunca me permito rendirme.

Gracias a toda mi familia por empujarme siempre a seguir adelante y no detenerme, por estar conmigo todos los días y por todo el trabajo que hicieron para poder terminar este proyecto. Gracias a todos los que me ayudaron.

A mis amigos y compañeros de la universidad que siempre estuvieron apoyándome y alentándome a seguir adelante.

A mi compañero de tesis Irving Parra por estar a mi lado realizando este proyecto para lograr convertirnos en profesionales.

A mis profesores por la orientación que se ha demostrado en este proyecto y el paso final a ser profesional.

A nuestro tutor Ing. Alfredo Barragán le agradezco su ayuda y aporte a nuestra tesis, y al ingeniero Alexis Vladimir Valle por su apoyo incondicional durante toda mi trayectoria universitaria.

Luis Tapia Puente

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Luis Tapia y María Puente, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, por creer en mí para culminar la carrera y lograr convertirme en un buen profesional.

Por último, dedico este proyecto a todas las personas, familiares y amigos que estuvieron apoyándome constantemente en cada momento de mi vida.

Luis Tapia Puente

INDICE

CAPITULO I	2
1.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1.1 Tema:.....	2
1.1.2 Planteamiento del Problema:.....	2
1.1.3 Formulación del Problema:	3
1.1.4 Objetivo General	3
1.1.5 Objetivos Específicos	3
1.1.6 Hipótesis.....	3
CAPÍTULO II	5
2.1 MARCO TEÓRICO	5
2.1.1 Antecedentes históricos	5
2.1.2 Hormigón.....	6
2.1.3 Elementos del hormigón y sus agregados	7
2.1.3.1. Cemento.....	7
2.1.3.2. Agua.....	8
2.1.3.3. Agregado/ Áridos.....	8
2.1.4 Losa	10
2.1.4.1. Losa Nervada	10
2.1.5 Características del hormigón	12
2.1.5.1. Consistencia.....	12
2.1.5.2. Trabajabilidad	13
2.1.5.3. Homogeneidad.....	13
2.1.5.4. Cohesión	14
2.1.5.5. Segregación.....	14
2.1.5.6. Exudación	14
2.1.6 Clasificación del hormigón.....	14

2.1.6.1.	Por su Densidad	14
2.1.6.2.	Por su Composición.....	14
2.1.7	Fibra de Vidrio	15
2.1.8	Fibra de vidrio A.R.....	16
2.1.9	El Hormigón y la Fibra de Vidrio.....	17
2.1.10	Propiedades mecánicas	17
2.1.10.1.	Resistencia a la compresión.....	17
2.2	MARCO LEGAL.....	20
2.2.1	Reglamento del Régimen Especial para el libre aprovechamiento de Materiales de Construcción para la Obra Pública.....	20
2.2.2	Norma Ecuatoriana de la Construcción	21
2.2.3	Métodos de diseño	21
2.2.3.1.	Generalidades	21
2.2.4	Normas Ecuatorianas de la Construcción.....	22
2.2.5	Normas extranjeras usadas para la norma NEC-SE- HA delas NECs	22
2.2.6	Normas que deben cumplir los materiales de construcción.....	22
2.2.6.1.	Requisitos de resistencia	23
2.2.7	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1855-1	23
2.2.7.1.	Muestreo y ensayo del hormigón fresco.	23
2.2.7.2.	Prácticas, métodos de ensayo en informes.....	24
2.2.8	Normativa utilizada:	25
	CAPITULO III.....	26
2.3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
2.3.1	Enfoque de la investigación.....	26
2.3.2	Alcance de la investigación.	26
2.3.3	Técnica e instrumentos para obtener los datos.	26
2.3.3.1.	Instrumentos	26

2.3.4	Presentación y análisis de resultados.....	27
2.3.4.1.	Elevación	28
2.3.4.2.	Propiedades de los Materiales:	29
2.3.4.3.	Pruebas de toma, curada y rotura de cilindro de hormigón ..	29
2.3.4.4.	Acero de Refuerzo (60 Grados).....	35
2.3.4.5.	Estructuración	35
2.3.4.6.	Predimensionamiento de Elementos Estructurales.....	36
2.3.4.7.	Metrados de Cargas	41
2.3.4.8.	Peso propio de Vigas	42
2.3.4.9.	Columna Tipo C3 Exterior en pórticos interiores.....	43
2.3.4.10.	Columna Tipo C4 Esquineras	44
2.3.4.11.	Se elabora tablas para la bajada de carga por cada tipo de columna	45
	CONCLUSIONES.....	91
4	Bibliografía	93

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Línea de Investigación Institucional/ Facultad	4
Tabla 2: Compuestos principales del cemento.	8
Tabla 3: Cuadro Consistencias de Hormigones.	13
Tabla 4: Propiedades mecánicas de las fibras de vidrio.	16
Tabla 5: Pruebas de ensayos y materiales.	27
Tabla 6: Diseño de la vivienda familiar.	27
Tabla 7: Resultados a la compresión a los 7 Días.	33
Tabla 8: Resultados a la compresión a los 14 Días.	34
Tabla 9: Resultados a la compresión a los 28 Días.	35
Tabla 10: Propiedades del acero.	35
Tabla 11: Altura mínima en vigas y losas de hormigón.	36
Tabla 12: Alturas o espesores mínimos de vigas no preesfrozadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones, espesor mínimo, h.	38
Tabla 13: Vigas Principales.	39
Tabla 14: Vigas Secundarias	40
Tabla 15: Tipos de columna con sus respectivos índices de aplastamientos. ..	40
Tabla 16: Bajante de cargas columna tipo C1.	45
Tabla 17: Predimensionamiento de losa tipo C1	46
Tabla 18: Bajante de cargas columna tipo C3.	46
Tabla 19: Predimensionamiento de columna tipo C3	46
Tabla 20: Bajante de cargas columna tipo C4.	47
Tabla 21: Predimensionamiento de columna tipo C4.	47
Tabla 22: Bajante de cargas columna tipo C1.	48
Tabla 23: Predimensionamiento de columna tipo C1.	48
Tabla 24: Valores del factor z en función de la zona sísmica adoptada.	49
Tabla 25: Datos para obtener el espectro de diseño.	49
Tabla 26: Espectro de diseño.	50
Tabla 27: Acero en vigas pórtico F, $259\text{kg}/\text{cm}^2$	75
Tabla 28: Acero de refuerzo en pórticos $f'c$ $240\text{f}/\text{cm}^2$	76
Tabla 29: Acero para resistencia al corte $f'c$ $259\text{ kgf}/\text{cm}^2$	81

Tabla 30: Acero para resistencia al corte f_c 240 kgf/cm ²	83
Tabla 31: Análisis de columnas para el diseño a cortante 259kg/cm ²	87
Tabla 32: Análisis de columnas para el diseño a cortante 240kg/cm ²	88
Tabla 33: Análisis de precio unitario con hormigón de 240 kgf/cm ²	89
Tabla 34: Análisis de precio unitario de hormigón con fibra de vidrio.	90

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura 1: Concreto reforzado con fibras de vidrio.	2
Figura 2: Preparación de hormigón	6
Figura 3: Muestra de cemento.	7
Figura 4: Muestra de agregado grueso.	9
Figura 5: Muestra de agregado fino.	10
Figura 6: Losa nervada.	11
Figura 7: Prueba de hormigón fresco y endurecido	12
Figura 8: Resistencia a la compresión.	19
Figura 9: Vista en perfil.....	28
Figura 10: Vista en Planta primer nivel.....	28
Figura 11: Vista en Planta segundo nivel.....	29
Figura 12: Toma de cilindros de hormigón.	30
Figura 13: Curado de cilindros de hormigón.....	31
Figura 14: Toma de revenimiento	32
Figura 15: Rotura a los 7 días.....	32
Figura 16: Rotura a los 28 días.....	33
Figura 17: Resistencia a los 7 Días	34
Figura 18: Resultados a la compresión a los 14 Días.....	34
Figura 19: Resultados a la compresión a los 28 Días.....	35
Figura 20: Seccion de losa.....	37
Figura 21: Corte de losa nervada.....	38
Figura 22: Implantacion priemr nivel.....	39
Figura 23: Corte de losa de 25cm.....	41
Figura 24: Area tributaria de columna C1	43
Figura 25: Area tributaria de colummna C3.....	44
Figura 26: Area tributaria de columna C4.....	45
Figura 27: Zonas sísmicas del Ecuador	49
Figura 28: Resistencia a los 28 Días	51
Figura 29: Unidades metricas ETABS	52
Figura 30: Diseño de grillas.	52
Figura 31: Configuracion de grilas.....	53

Figura 32: Configuración de niveles.	54
Figura 33: Configuración de porticos.....	54
Figura 34: Propiedades del concreto con fibra de vidrio.....	55
Figura 35: Propiedades del concreto tradicional	56
Figura 36: Configuración del acero AC36	56
Figura 37: Modulo de elasticidad del acero	57
Figura 38: Columna de 30x30.....	58
Figura 39: Acero de refuerzo.....	58
Figura 40: Viga de 25x25.....	59
Figura 41: Acero de refuerzo en vigas de 25x25.....	59
Figura 42: Elementos tipo frame	60
Figura 43: Diseño de losa en ETABS	61
Figura 44: Ejes locales de la estructura.	62
Figura 45: Ejes locales de losas.....	62
Figura 46: Dirección de losas a vigas principales.	63
Figura 47: Ejes locales actualizados en losas.	63
Figura 48: Definición de cargas.	64
Figura 49: Combinación de cargas.....	64
Figura 50: Espectro de diseño.	65
Figura 51: Configuración del espectro de diseño X.	66
Figura 52: Configuración del espectro de diseño X.	67
Figura 53: Cargas en losas.....	67
Figura 54: Ejecución del análisis.....	68
Figura 55: Distribución de cargas a vigas y columnas.	68
Figura 56: Momentos para cargas gravitacionales.	69
Figura 57: Diagramas de momentos en vigas.	70
Figura 58: Momento último en viga F tramo 2-3.....	71
Figura 59: Acero longitudinal en vigas.....	72
Figura 60: Sección de viga.	74
Figura 61: Sección de vigas elevación F.	75
Figura 62: Diseño a corte.	77
Figura 63: Resistencia al corte proporcionada por el hormigon.	78
Figura 64: Diseño a corte.	80
Figura 65: Acero para resistencia a flexión 259kgf/cm^2	83

Figura 66: Acero para resistencia a flexión 240kgf/cm^2	85
Figura 67: Diagrama de interacción de la columna.....	86
Figura 68: Cortante por gravedad.....	86

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción desde sus inicios ha tenido la necesidad de investigar varios materiales que ayudan a los compuestos importantes de una obra civil tales como la resistencia, el costo, la durabilidad, etc. En este caso, la investigación se centrará en materiales aglomerantes que se usan en hormigones y morteros, cuyo uso es el más demandado en las construcciones por su bajo costo en la construcción, la durabilidad considerable y la fuerza comprensiva del uso estructural.

Aquellos presentan aspectos negativos debido a que tienen baja resistencia a la tensión y al impacto, y mantienen poca resistencia a cambios climáticos o por humedad. Para mejorar estos inconvenientes se han implementado variables en su composición en los cuales destacan el uso de fibras que trata de mejorar la resistencia a la fatiga, al impacto y, sobre todo a las flexiones.

Es importante que los constructores sepan considerar las propiedades que influyen con este agregado para tener un grado de incertidumbre bajo. Se analizará un hormigón con resistencia a la compresión $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ con fibra de vidrio, agregado fino y agregado grueso a los 28 días.

La fibra se la considerará como un porcentaje y se encontrará un costo unitario del concreto adicionando el valor de la fibra y el mejoramiento de los aspectos físicos y mecánicos.

Actualmente, no se han encontrado investigaciones sobre el comportamiento de diseño a corte del hormigón armado con agregado de fibra de vidrio para edificaciones de hasta 3 pisos por eso el nivel de incertidumbre es alto, pero poco a poco las dudas irán despejándose, ya que en otros estudios se ha determinado que su comportamiento físico y mecánico, tanto como la compresión y tracción, son favorables y, por ende, se asume que ante estos eventos se incrementarán.

CAPITULO I

1.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1 Tema:

Uso de fibra de vidrio en losas de concreto armado para diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar.

1.1.2 Planteamiento del Problema:

En la antigüedad el adobe era preparado a base de barro y tierra pre seleccionada y con paja la cual era dejada en reposo durante un tiempo de 48 horas, esto ayudaba a tener una mayor resistencia este elemento tenía buena manejabilidad después que se lo secaba al Sol.

En los últimos años se ha aplicado el refuerzo del hormigón usando fibras de vidrio para su mezcla, según se indica en la figura 01. En el campo estructural este ha sido objeto de estudio para un mejor comportamiento para la comprensión y flexión del presente elemento. Esto ha dado lugar a un gran progreso en la construcción y tiene mejores beneficios como la resistencia a la tracción y la flexión.

Este aditivo para hormigón mejora propiedades mecánicas tales como rigidez, comprensión de resistencia, dureza y deformación. Actualmente, los ingenieros usan este tipo de hormigón, pero no tienen en cuenta los beneficios que la fibra aporta y esto crea un grado de incertidumbre mayor.



Figura 1: Concreto reforzado con fibras de vidrio.

Fuente: (Intriago & Quiroz, 2022)

Con el fin de agregar fibras de vidrio al hormigón es mejorar las propiedades mecánicas, ya que los elementos antes mencionados tienen buena resistencia a la compresión, por ende, tiene una resistencia a la tracción menor. Se analizó en losas, ya que su comportamiento es más a flexión y su espesor es menor comparado a los demás elementos estructurales de la vivienda y un gran punto de análisis.

Estas mezclas con adiciones de fibra de vidrio tienen los mismos componentes que posee el hormigón común. En estudios realizados con diferentes fibras son de acero, sintéticas, de vidrio, naturales procesadas y no procesadas. Este reforzamiento se ha usado tanto en muros estructurales, pisos industriales, vigas, columnas y reparación de concretos.

1.1.3 Formulación del Problema:

¿De qué manera el uso de fibra de vidrio como agregado en el hormigón armado tiene como efecto el fortalecimiento a diseño a corte aplicando la Norma Ecuatoriana de la Construcción?

1.1.4 Objetivo General

Analizar el comportamiento frente al esfuerzo cortante de los elementos estructurales en vigas y columnas para aportar resistencia con la fibra de vidrio en el hormigón para reducir área de acero en estribos.

1.1.5 Objetivos Específicos

- Experimentar el hormigón armado con fibra de vidrio por medio de ensayos de laboratorio para reconocer las características mecánicas y de modelación obtenidas.
- Realizar cálculos de cortante en elementos estructurales como columnas y vigas con el hormigón convencional y con el hormigón con fibra de vidrio al 2%.
- Realizar un análisis comparativo costo – beneficio entre el uso de un hormigón convencional en comparación con el hormigón con fibra de vidrio.

1.1.6 Hipótesis

Estudio de las propiedades mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón compuesto con fibra de vidrio en elementos estructurales con el fin de destacar sus ventajas de resistencia al corte. A través de análisis de procesos que brindarán medir los resultados a lograr.

Tabla 1: Línea de Investigación Institucional/ Facultad

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN		
Dominio	Línea Institucional	Líneas de Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Materiales de Construcción

Fuente: *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2023)*

Elaborado: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 *Antecedentes históricos*

Hace aproximadamente 2 milenios atrás, en la Antigua Roma se creó el hormigón. Una mezcla de piedra, agua y ceniza volcánica fue nombrada como "hormigón romano" hizo posible la construcción de acueductos, caminos y templos, muchos de los cuales aún se mantienen en pie. En la antigüedad, esta mezcla fue encontrada para formar un mineral llamado tobermorite aluminoso, que endurece en un cierto plazo.

Similar a la piedra natural, el hormigón tiene muy buenas características de compresión., pero tiene una baja resistencia a la tracción, lo que lo hace inadecuado para piezas que necesitan trabajar en flexión o tensión. Esta característica ha llevado a una gran cantidad de investigación y mejora de la resistencia en estos artículos. Intentar introducir una solución a esta carencia en el marco de los materiales compuestos.

El primer gran avance se logró utilizando fibras de asbesto. El material consiguiente, llamado "Fibro cemento", ofrece tremendos beneficios en precio y trabajabilidad.

Para encontrar refuerzos capaces de obtener materiales compuestos fuertes y con excelentes propiedades, se ha adquirido experiencia con muchas otras fibras de refuerzo, como las fibras originales (aramida, nylon, rayon, polipropileno, etc.) inorgánico (vidrio, boro, carbón, etc.) y metales (hierro, fundiciones dúctiles, acero, aluminio, etc.). Entre ellas la fibra de vidrio tiene la mejor relación entre costo y desempeño mecánico, excelente comodidad de trabajo y controlabilidad, combinadas con propiedades inocuas y seguras que garantizan que los materiales fabricados con ellas tienen una alta resistencia mecánica.

Los primeros experimentos y experiencias con el cemento y su refuerzo de mortero fueron llevadas a cabo con fibras de vidrio E (comúnmente utilizadas para reforzar plásticos y poliéster), teniendo en cuenta la elevada resistencia inherente a ellos. Sin embargo, estos intentos fallaron porque este tipo de fibra, si se incorpora al mortero, atacaría químicamente los cristales alcalinos formados durante la hidratación del cemento, lo que no resolvería el problema.

En 1967 el Dr. A. J. Majundar, del centro de investigación de edificios del reino unido (BRE), comenzó a trabajar en vidrio con zirconio, logró convertir algunos de ellos en fibras y

demonstró la resistencia de estas fibras a los álcalis. En ambientes agresivos como los que sugiere el refuerzo con el cemento Portland. La resistencia mejorada del cemento se logró a través de 4 años de investigación continua y la corporación nacional de investigación y desarrollo (NRDC) presentó una solicitud de patente para esta investigación.

Para la producción comercial, NRDC Y BRE se acercaron a Pilkington Brothers (PCL) de Reino Unido, que junto con su subsidiaria Fiberglass Limited desarrollaron el progreso industrial y comercial del producto. En 1989, el grupo Saint-Gobain adquirió la explotación de fibra de vidrio resistente al álcali mediante de su filial en España.

La influencia de los materiales minerales en el desempeño del concreto no solo afecta significativamente la lisura y calidad del material, sino que también afecta significativamente la trabajabilidad, plasticidad y estado de resistencia del concreto endurecido, flexibilidad y propiedades térmicas, cambios de volumen y peso unitario.

2.1.2 Hormigón

El concreto se compone de una combinación de cemento, agua, grava y arena. En ocasiones se utilizan varios agregados para alterar sus propiedades. El concreto tiene diferentes propiedades dependiendo de los cambios en la proporción de los diferentes componentes (Blanc, 2020).

El hormigón se define, según la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN, 1990) “Hormigones – Definición y Terminología” que consiste en aglomerante hidráulico, árido, agua y aditivos en las proporciones adecuadas al uso final para conseguir las propiedades preestablecidas, como podemos apreciar en la figura 02 (Pérez Porto, 2018).



Figura 2: Preparación de hormigón

Fuente: (Intriago & Quiroz, 2022).

2.1.3 Elementos del hormigón y sus agregados

2.1.3.1.Cemento.

Como se aprecia en la figura 03, es un polvo gris muy fino, perteneciente a la clase de sustancias aglomerados hidráulicos y se fortalece cuando son mezcladas con agua y se endurecen al mismo tiempo. Estos materiales pétreos son triturados durante la molienda para formar un material llamado Clinker, que se convierte en cemento, adquiere la propiedad de fraguar y endurecer. Las propiedades generales del cemento están relacionadas con su alto desempeño, resistencia a los efectos químicos y altas temperaturas (Tejada Abanto & Salvatierra Oruna, 2019).

Por consiguiente, es un elemento pulverizado que se combina con agua y arena para crear una masa utilizada en la construcción. Esta masa comienza aumentar su endurecimiento y se utiliza como relleno y aglutinante. El cemento está hecho de piedra caliza, arcilla y yeso (Intriago & Quiroz, 2022).



Figura 3: Muestra de cemento.

Fuente: (Intriago & Quiroz, 2022).

2.1.3.1.1 Componente del cemento.

Según (Ciceron, 2021), cuando el polvo ingresa al horno, se compone principalmente de cuatro materias primas: Óxido de calcio, Óxido de aluminio, Óxido de sílice. Estos óxidos al alcanzar la temperatura a la que la mezcla cruda se convierte en pasta, forman compuestos

potenciales que no parecen aislados, sino que contiene algunas impurezas, pero sirve para dar con algunas propiedades del cemento.

Tabla 2: Compuestos principales del cemento.

Nombre	Abreviatura
Silicato Tricálsico	C3S
Silicato Dicálsico	C2S
Aluminato Tricálsico	C3A
Ferroaluminato Tetracálsico	C4AF

Fuente: (Intriago & Quiroz, 2022).

Elaborado: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

2.1.3.2. Agua

El agua es un elemento extremadamente importante para la disolución de agregados y cemento, debe aplicarse con los parámetros de calidad para no alterar la composición del hormigón.

El agua tiene un efecto notorio en la resistencia de las mezclas de hormigón: mientras más agua, menos resistencia alcanzada. En los casos en que se requieran mezclas con alta trabajabilidad, es conveniente agregar plastificantes o superplastificantes, que aseguren la trabajabilidad de la mezcla sin aumentar la cantidad de agua. Al introducirla en la mezcla generalmente se mide por la relación a/c , que es el volumen de agua requerida por unidad de volumen de hormigón para la producción de una masa totalmente hidratada, que disponga de una fluidez que proporcione suficiente lubricación a los agregados de la mezcla cuando los agregados de la mezcla se encuentran en estado plástico y lograr la resistencia deseada en estado sólido (Tejada Abanto & Salvatierra Oruna, 2019).

2.1.3.3. Agregado/ Áridos

Los agregados representan del 60% al 80% de la cantidad del hormigón, deben utilizarse dos tipos de áridos: finos y gruesos, pues ambos deben cumplir determinados requisitos y

aspectos que certifiquen la calidad del hormigón. (VERA, DISEÑO DE HORMIGON NO TRADICIONAL., 2021).

Los agregados naturales y sintéticos que tenga la resistencia requerida se pueden utilizar como agregados sin afectar la resistencia y durabilidad del concreto, por tanto, no deben contener impurezas (limos y arcillas) ni componentes nocivos (cloruros, sulfatos y sulfuros).

Los agregados naturales a menudo tienen bordes afilados, superficie redonda y lisa, lo que da como resultado un hormigón fácil de colocar.

El agregado sintético es triturado, son angulosos y de bordes afilados, lo que da como resultado un concreto duro de trabajar al momento de trabajarlo, sin embargo, estos componentes presentan una mejor adhesión al mortero, haciéndolos más adecuados para la fabricación de hormigón resistente al deterioro (Moreno, 2019).

- Agregado grueso: Se obtiene de una combinación natural de rocas y es conocido porque se almacena en el tamiz N4 (4.75mm) y es aplicado con los límites especificados por la norma ASTM C-33. Puede ser angular, semi- angular y redonda, teniendo una textura áspera. Como se indicó en la figura 04. La principal función del árido grueso es asegurar la resistencia del hormigón. Las partículas de este agregado no deben contener suciedad y estar libre de tierra, limo, escamas, humus, materia orgánica, polvo o cualquier otra cosa que puedan afectar la resistencia del concreto (Intriago & Quiroz, 2022).



Figura 4: Muestra de agregado grueso.

Fuente: (Geotecnia, 2021).

- Agregado fino: Como se indica en la figura 05, se trata de partículas que atraviesan un tamiz de 3/8" y se mantienen en una malla de 200 N. El agregado fino más común es la arena, que es un producto de la explotación de canteras. El agregado fino se usa como agregado y como lubricante en el mineral grueso para garantizar la trabajabilidad del concreto (Intriago & Quiroz, 2022).



Figura 5: Muestra de agregado fino.

Fuente: (Geotecnia, 2021).

2.1.4 Losa

La losa es un elemento estructural que soporta la mayor parte de su peso sobre la estructura, lo que resulta de diversas limitaciones de diseño y costo, ya que el hormigón es el material con mayor uso en la construcción. Sin embargo, el concreto ordinario tiene una alta densidad o peso aparente de alrededor de 2400 kg. /m³ es una desventaja donde la carga muerta es un factor importante.

El desempeño de las losas de concreto liviano unidireccionales es comparable a las losas de concreto convencionales, cumpliendo con éxito con los códigos, factores de carga y tolerancias. Por lo tanto, el concreto ensayado puede diseñarse efectivamente de acuerdo con estándares, recomendaciones y métodos para diseñar elementos estructurales de hormigón con propiedades de peso normal (Camargo Gaona & Guaminga Micho, 2019).

2.1.4.1.Losa Nervada.

En este tipo de losa, consiste en un área de tracción constituida por costillas o nervaduras y una capa de hormigón comprimido. Los espacios entre las costillas se pueden dejar vacíos

o pueden insertarse elementos como bloques o espuma de poliestireno, no está destinado a contribuir a una carga máxima. Estos componentes tienen como función principal reducir el peso de la estructura y aumentar la eficiencia del sistema mediante la eliminación del hormigón en el área de esfuerzo.

El forjado tiene una sección en forma de "T" con un recubrimiento de concreto pretensado y nervios de tensión insertados con varillas metálicas. Si la distancia entre las costillas es mayor a un metro, el sistema estará amarrado (Pereira, 2021).

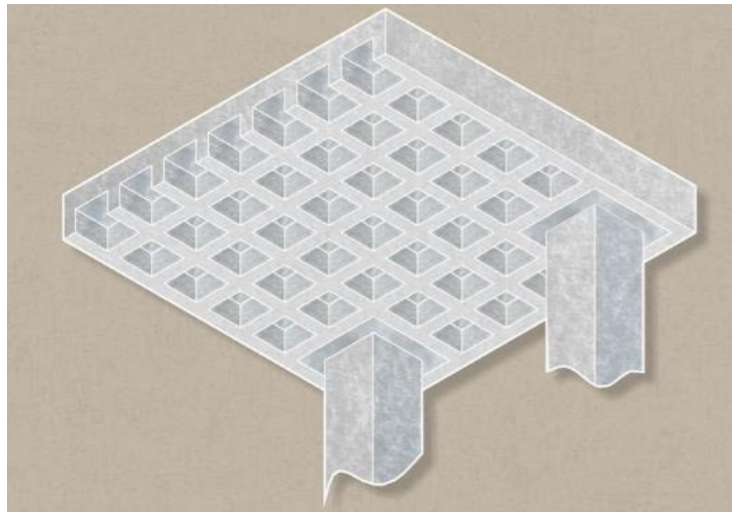


Figura 6: Losa nervada.

Fuente: (Pereira, 2021)

Ventajas

En comparación con los tableros macizos, el sistema es más económico, puede cubrir luces más grandes y ofrece en el diseño una mayor libertad en sus superficies. Para luces mayores de 7 metros, es digno de la inversión en la capacidad de utilizar el sistema. La planta de tamaño cuadrado usa costillas en ambos sentidos. Para plantas muy rectangulares, se indica el uso de nervaduras en una sola dirección, que siempre se dispone en la orientación de la luz más chica (Pereira, 2021).

Desventajas

Este sistema requería un trabajo especializado debido a la precisión requerida para procesar las nervaduras y colocar el refuerzo. Los moldes también requieren más materiales para completarse. Estructuralmente aumentan la altura del edificio y, por su

diseño, crean más dificultades de compatibilidad con el resto de elementos estructurales, como los sistemas eléctricos e hidráulicos del edificio.

El vertido de hormigón requiere gran cuidado y atención durante el trabajo, y el proceso de hormigón vibratorio requiere la mayor atención (Pereira, 2021).

2.1.5 Características del hormigón

2.1.5.1. Consistencia.

Se refiere a la facilidad de deformación del hormigón cuando las partículas de cemento estén secas por completo, estas alcanzan un cierto nivel de plasticidad. Depende de los factores siguientes: cantidad de agua que amasa, granulometría y forma de agregaciones. Es medida por el cono de Abram que tiene una altura de 30 cm, se llena de hormigón una vez colocado en un lugar fijo. Al levantamiento del cono la pérdida de altura experimentada y expresada en centímetros, indica su consistencia.

El hormigón se clasifica por su consistencia en seco, plástico, blando, fluido y líquido, ver tabla 3.

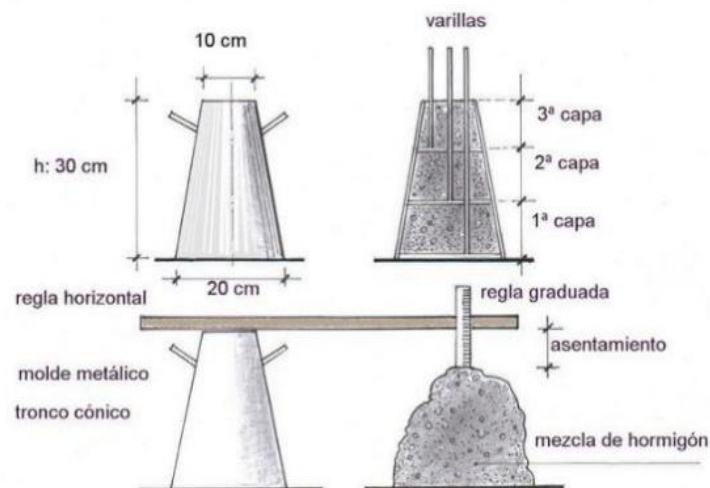


Figura 7: Prueba de hormigón fresco y endurecido

Fuente: (Vera, 2021)

Tabla 3: Cuadro Consistencias de Hormigones.

CONSISTENCIA		ASENTAMIENTO EN CONO DE ABRAMS (cm)
SECA	(S)	0 a 2
PLASTICA	(P)	3 a 5
BLANDA	(B)	6 a 9
FLUIDA	(F)	10 a 15
LIQUIDA	(L)	≤16

Fuente: (Vera, 2021)

Elaborado: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

2.1.5.2.Trabajabilidad.

Es la capacidad de colocar hormigón en obra utilizando los equipos disponibles, se refiere a su deformabilidad, homogeneidad, adhesión de sus componentes y facilidad con la cual la sustancia existente puede ser tratada para eliminar su porosidad, llegando a la máxima compacidad (Vera, 2021).

Se basa en los siguientes factores:

- El porcentaje de agua de amasado.
- A juzgar por el tamaño de partícula del agregado, cuanto más arena más flexible será el concreto, pero afectará la fuerza del hormigón, ya que necesita más agua para amasar.
- Es más maleable con los agregados redondeados.
- Tanto el porcentaje como la delicadeza del cemento.
- Complementación de minerales o químicos empleados.

2.1.5.3.Homogeneidad.

Aclara que el concreto es homogéneo si los materiales utilizados están correctamente distribuidos a lo largo de la mezcla hecha en un solo amasado. La homogeneidad depende de la mezcla, el transporte, el almacenamiento, puede verse afectado por la separación o el decantamiento (Vera, 2021).

2.1.5.4.Cohesión.

La capacidad del hormigón fresco manteniendo la homogeneidad de la mezcla en formas y moldes tanto en movimiento como en reposo. (Vera, 2021)

2.1.5.5.Segregación.

Esto ocurre cuando los componentes del concreto son separados después de la mezcla y ocurre cuando el hormigón carece de cohesión, por lo tanto, esta mezcla no es homogénea. La cantidad de agua es de suma importancia para esta propiedad ya que es concreto seco, el árido grueso es separado del agregado fino, y si la cantidad de agua es demasiado, el mortero es separado de la mezcla, permitiendo que el agregado grueso se aisle. (Vera, 2021).

2.1.5.6.Exudación.

Como la mezcla de hormigón se endurece, una gran cantidad de agua en la mezcla de hormigón sube a la superficie. El agua asciende debido a la acción capilar por las diferencias de densidad. La pérdida de agua de la mezcla de hormigón reducirá la fuerza de compresión que se espera del hormigón (Vera, 2021).

2.1.6 Clasificación del hormigón

2.1.6.1.Por su Densidad.

El hormigón estructural se puede clasificar en hormigón ligero que su densidad varía de 1.200 a 2.000 kg/m³, hormigón normal 2.000 a 2.800 kg/m³, hormigón pesado más de 2.800 kg/m³.

2.1.6.2.Por su Composición.

- **Hormigón Ordinario**

Se trata de la materia prima obtenida de la combinación de agua, cemento y agregados pétreos de diversos tamaños, en proporciones apropiadas.

- **Hormigón sin Finos**

Son hormigones porosos y filtran agua, no contienen agregados finos.

- **Hormigón Ciclópeo**

Es el hormigón ordinario, este se agrega durante la obra. Son agregados de mayor tamaño alcanzando un diámetro de 30 cm de diámetro. Se añade en porcentaje donde no se pierde la compactación aceptada. Se utilizan en cimientos profundos.

- **Hormigón Unimodular**

Es un tipo de hormigón en el que los áridos son del mismo tamaño, dando como resultado un hormigón altamente poroso.

- **Hormigón Ligero**

Hormigón con baja densidad áridos gruesos (piedra pómez, escoria granular, arcilla expandida, etc.).

- **Hormigón Pesado**

Se compone de aglutinante y relleno de alta densidad. Se utiliza en estructuras o paredes para proteger contra la radiación.

- **Hormigón Refractario**

El hormigón resistente a altas temperaturas y al desgaste térmico, está hecho de cemento de aluminato de calcio y agregado refractario.

2.1.7 Fibra de Vidrio

Está conformado por hilos de vidrio que se puede utilizar en tubos, telas y mascarillas para diversos fines. Las ventajas de este material son ligeras, fuerte y firmes y un excelente aislante térmico. En cuanto al procesamiento de fibras de vidrio este es sometido a altas temperatura para después ser presionados por orificios muy delgados y cuando estos se enfrían, se unen para formar una tela o red. Cabe mencionar que las fibras de vidrio se combinan con resina para fortalecer el material final, como resultado sale un material compuesto y duradero (VERA, 2021).

Es una composición de estructura amorfa, sus moléculas están orientadas aleatoriamente, este material cuenta con numerosos filamentos de polímero a base de dióxido de silicio muy fino. El material presenta un inconveniente ya que no se puede trabajar con altas temperaturas y por eso se introducen óxidos para un mejor comportamiento (Sadhvani, 2019).

La combinación de estas fibras nos permite crear elementos basados en materiales ligeros, duraderos y flexibles. Tampoco es demasiado caro y tiene muchos usos. Para ello, las fibras de vidrio deben ir asociadas a algún tipo de resina líquida. Las resinas líquidas luego se solidifican durante un período de tiempo para asumir una estructura o forma particular (Rodríguez N. L., 2021).

Las propiedades mecánicas se observan en la Tabla 4. Al observar estos valores, se puede concluir que se debe utilizar fibra tipo AR, es la más eficiente, tiene las mejores propiedades mecánicas, químicas y no necesita protección contra los álcalis, ya que está protegida por resina de poliéster.

Tabla 4: Propiedades mecánicas de las fibras de vidrio.

	Fibra Tipo E	Fibra Tipo S	Fibra Tipo C	Fibra Tipo AR
Resistencia a Tracción (Mpa)	3.45	4.30	3.03	2.50
Módulo Elástico (Gpa)	72.4	86.9	69.0	70.0
Deformación de Ruptura (%)	4.80	5.00	4.80	3.60
Coefficiente de Poisson	0.20	0.22	-	-
Densidad (g/cm ³)	2.54	2.49	2.49	2.78
Diámetro (µm)	10.0	10.0	4.50	-
CTE longitudinal (10e-6/°C)	5.00	2.90	7.20	-
Constante dieléctrica	6.30	5.10	-	-

Fuente: (CHULIA, 2010)

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

2.1.8 Fibra de vidrio A.R.

En este estudio se utilizará este tipo de fibra por su resistencia al hormigón, su composición es base a una gran cantidad de óxido de circonio, por lo tanto, esto presenta propiedades muy buenas, para su resistencia a los compuestos del álcali, teniendo un peso específico de 2.68 - 2.7 gr/cm³.

Esta fibra de vidrio es resistente a los alcalinos con el contenido zirconio más alto del mundo y está especialmente diseñada para agregarse a mortero, revestimientos de paredes exteriores de una sola capa y otras matrices de cemento para evitar microfisuras, de esa manera evitar la colocación de velos y mallas.

Son filamentos de 13,5 micras de diámetro, completamente sueltos y cortados a 13mm de longitud para distribuir la masa es totalmente homogénea y mejorando la textura de cada producto cuando se dosifica en la calidad adecuada. (Montenegro Coronel & Quispe Ayala, 2019)

2.1.9 El Hormigón y la Fibra de Vidrio

Compuesto por varios filamentos de material polimérico a base de dióxido de silicio (SiO₂), este material es extremadamente fino. Conocidos como fibra de vidrio, estos productos están hechos de fibras de vidrio que se tejen entre sí y existen muchos tipos diferentes de tejidos, creando una malla o algún tipo de tejido con este material, lo que lo convierte en un material fuerte, flexible y en aislante eléctrico, además es muy económico.

Este material se utiliza como refuerzo para otros materiales compuestos y consta de varios tipos. El tipo E es uno de los más comunes y se utiliza en los primeros procesos de la industria textil. El tipo R se desempeña bien en situaciones mecánicas relacionadas con la fatiga, la temperatura y humedad, el tipo D se utiliza dentro de materiales permeables a las ondas electromagnéticas, el C tiene propiedades anticorrosivas y se utiliza en la aplicación de capas sobre materiales que lo requieran, el tipo AR para uso en hormigón especialmente diseñado y tiene una excelente resistencia a los compuestos alcalinos durante el secado del material.

Un aspecto a considerar sobre las fibras de vidrio es su tamaño. Esto se debe a que cuando se va a bombear concreto, su tamaño debe exceder los 2/3 del diámetro interior de la tubería. También otro factor determinante es la distancia entre armaduras armadas. Porque en este sentido las fibras no deben exceder la distancia mínima entre las armaduras.

Las ventajas de usar este tipo de vidrio con hormigón se obtiene una mayor relación resistencia peso, una mejora en la fabricación en formas compleja, una excelente resistencia de impacto periodo temprano facilitando la trabajabilidad del producto. (Barrientos Monsalve, 2020)

Los hormigones actualmente son conocidos como GRC (**Glass Reinforced Concrete**), es cemento Portland reforzado con fibra de vidrio tipo AR (Álcali-Resistencia). La fibra de tipo AR aporta elasticidad al hormigón mejorando su propiedad a la flexión y una mayor durabilidad, el diámetro es de diez picómetros (Rodríguez S. R., 2021).

2.1.10 Propiedades mecánicas

2.1.10.1. Resistencia a la compresión.

Es un esfuerzo que funciona de la misma manera y tiende a acortar su papel. Es lo opuesto a tirar de diferentes partículas de materiales que se pueden acortar o triturar. Se puede

mencionar que el esfuerzo a compresión es la obtención de la presión a un sólido deformable en su área de contacto. Se caracteriza por reducción de volumen o acortamiento unidireccional.

Esta fórmula sirve para calcular la compresión:

$$\gamma = \frac{L * F}{A * E}$$

Donde:

γ : Deformación expresada en cm.

A: Sección transversal expresado en cm².

L: Longitud de la pieza en cm.

F: Fuerza de tracción en Kg.

E: Modulo de elasticidad en kg/cm².

Se determina mediante pruebas estándar en muestra cilíndricas o cubicas, es una unidad de resistencias a la compresión del hormigón para soportar dichas fuerzas. Se mide en mega pascales (MPa) o en libras por pulgadas (psi). Por lo general, se considera tiene un esfuerzo a la compresión de 10 a 40 MPa.

Sin embargo, se afirma que la fuerza de compresión de hormigón está influenciada por muchos factores, como es las condiciones del cemento la relación a/c, el tamaño, la forma de los áridos, la temperatura y el tiempo de curado. A continuación, se muestra en la figura 08 un ensayo a la compresión.



Figura 8: Resistencia a la compresión.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

2.2 MARCO LEGAL

La Constitución de la República del Ecuador establece que los recursos naturales, minerales y productos del subsuelo serán explotados dando cumplimiento a las disposiciones establecidas en la carta magna, considerando de interés público la conservación del suelo. Es importante mencionar que la extracción y administración de los áridos y pétreos empleados en las pruebas de este proyecto, están sujetos a este cuerpo normativo.

Se mencionan a continuación los artículos:

Art. 408. “Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

Art. 409. “Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.”

2.2.1 Reglamento del Régimen Especial para el libre aprovechamiento de Materiales de Construcción para la Obra Pública

Este reglamento establece la normativa para la minería en general, en la cual se mencionan los principios bajo los cuales se deben aprovechar estos recursos. Se mencionan a continuación el artículo en cuestión:

Art.1. “El presente reglamento tiene como objeto establecer la normativa necesaria que permita la aplicación de la Ley de Minería y su reglamento general, para administrar, regular controlar y gestionar el sector minero, de conformidad con los principios de sostenibilidad, precaución, prevención y eficiencia, en lo relativo al régimen especial de libre aprovechamiento de materiales de construcción para obras públicas.”

2.2.2 Norma Ecuatoriana de la Construcción

De acuerdo con la Norma NEC, (2001) se definen los siguientes términos:

Hormigón: Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Hormigón de peso normal: Hormigón que contiene agregados que cumplen con lo especificado en ASTM C33.

Hormigón estructural: Todo Hormigón utilizado con propósitos estructurales incluyendo Hormigón simple y reforzado.

Hormigón liviano: Hormigón con agregado liviano que tiene una densidad de equilibrio, tal como la define ASTM C567, entre 1440 y 1840 kg/m³.

Hormigón reforzado: Hormigón estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero de pre reforzado o refuerzo no pre reforzado. (NEC, 2001)

2.2.3 Métodos de diseño

2.2.3.1. Generalidades.

“En el diseño de hormigón estructural, los elementos deben diseñarse para que tengan una resistencia adecuada, de acuerdo con las disposiciones del presente capítulo, utilizando los factores de carga y los factores de reducción de resistencia ϕ especificados en la sección 0. Se referirá también a la NEC-SE-CG. Todos los elementos de pórticos o estructuras continuas deben diseñarse para resistir los efectos máximos producidas por las cargas mayoradas (coeficiente de reducción de resistencia ϕ) determinadas de acuerdo con la teoría del análisis elástico. (NEC, 2001).”

2.2.4 Normas Ecuatorianas de la Construcción

- NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
- NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas y Diseño Sismo Resistente
- NEC-SE-RE: Rehabilitación Sísmica de Estructuras
- NEC-SE-GM: Geotecnia y Diseño de Cimentaciones
- NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
- NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
- NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural
- NEC-SE-MD: Estructuras de Madera

2.2.5 Normas extranjeras usadas para la norma NEC-SE- HA de las NECs

- Código ACI-318, “Building Code Requirements for Structural Concrete” (Comité 318),
- Instituto Americano del Hormigón
- Norma NSR-10, Reglamento colombiano de construcción sismoresistente, TÍTULO C -
Hormigón estructural
- Código ANSI/AWS D 1.4 de Soldadura Estructural para Acero de Refuerzo, Sociedad Americana de Soldadura
- Código ACI 117: “Tolerancias para materiales y construcciones de hormigón”, Instituto Americano del Hormigón
- Código ACI 301: “Specifications for Structural Concrete for Buildings”, Instituto Americano Del Hormigón.

2.2.6 Normas que deben cumplir los materiales de construcción

Los materiales de construcción serán evaluados y verificados por los organismos

competentes, para que cumplan con los requisitos, conforme con el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN) y la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN) que se encuentren vigentes. En el caso que el RTE INEN o la NTE INEN no se encuentren actualizados, se remitirán a los requisitos dados en las normas ASTM vigentes.

2.2.6.1.Requisitos de resistencia.

La resistencia requerida U debe ser al menos igual al efecto de la carga calculada según la combinación de carga NE-SE-CG. Las combinaciones de carga para el último método de resistencia utilizado en el NEC se describen en la Sección 3.4 del NE-SE-CG. Se considera como resistencia nominal la resistencia de cálculo de la pieza y sus conexiones con otras piezas, así como las secciones transversales en cuanto a flexión, cargas axiales, cortante y torsión. Significado aritmético multiplicado por el factor de reducción (NEC, 2001).

2.2.7 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1855-1

2.2.7.1.Muestreo y ensayo del hormigón fresco.

El fabricante deberá brindar al fiscalizador sin costo adicional, toda la ayuda razonable para efectuar los controles necesarios en las instalaciones de producción y la toma de las muestras de hormigón fresco para determinar el cumplimiento de esta norma.

Los ensayos de hormigón requeridos para determinar el cumplimiento de esta norma deben ser realizados por el técnico designado.

Las muestras de hormigón deberán ser obtenidas conforme la NTE INEN 1763, excepto cuando sean tomadas para determinar la uniformidad del asentamiento de una carga o mezcla de hormigón. Ver los numerales 6.2.3; 6.2.4.1 literal d, 6.2.4.3 literal b y 6.2.5 literal c.

Los ensayos de consistencia, contenido de aire y temperatura serán realizados al momento de la colocación del hormigón, a opción del fiscalizador, tan frecuentemente como sea necesario para verificaciones de control. Adicionalmente, estos ensayos serán realizados cuando sean especificados y siempre que se fabriquen especímenes para determinar la resistencia.

Los ensayos de resistencia, así como de consistencia, temperatura y contenido de aire, serán realizados con una frecuencia no menor a un ensayo por cada 120 m³ de hormigón o 500 m² de superficie de losa o pavimento. (NEC, 2015)

Cada ensayo será realizado en una carga distinta. En cada día de despacho del hormigón, al menos un ensayo de resistencia será realizado para cada tipo de hormigón. Si la consistencia medida o el contenido de aire están fuera de los límites especificados, se realizará inmediatamente un ensayo de verificación sobre otra porción de la misma muestra. En la eventualidad de una segunda falla, se considerará que el hormigón no cumple con los requisitos de la especificación.

2.2.7.2. Prácticas, métodos de ensayo en informes.

Los ensayos sobre el hormigón premezclado se realizarán de acuerdo con los siguientes métodos: (NTE INEN existentes y normas ASTM mientras no existan NTE INEN correspondientes).

- a) Toma de muestras: NTE INEN 1763
- b) Resistencia a la compresión: NTE INEN 1573
- c) Determinación de la masa unitaria, rendimiento y contenido de cemento y aire: ASTM C 138
- d) Contenido de aire en hormigón fresco: ASTM C 173 o C 231
- e) Consistencia:
 - Asentamiento menor de 20 mm: Tiempo VeBe ASTM C-1170
 - Asentamientos entre 20 y 200 mm: NTE INEN 1578
 - Asentamientos mayores de 200 mm: Ensayo Extendido (Flow Test) BS 1881 Part 105.
- f) Cilindros de hormigón tomados en obra para ensayos de compresión, elaboración y curado: ASTM C 31
- g) Temperatura en el hormigón: ASTM C 1064 NTE INEN 1855-1 18 de 24

h) Ensayos de resistencia a la tracción:

- Tracción por flexión ASTM C 78 o C 293
- Tracción por compresión diametral ASTM C 496

Los informes de los resultados de ensayos de hormigón en laboratorio, utilizados para determinar el cumplimiento con esta especificación, deberán incluir, una declaración de que todos los ensayos realizados por el laboratorio o sus agentes, estuvieron de acuerdo con los métodos de ensayo aplicables, o notificará todas las desviaciones conocidas de los procedimientos descritos. Los reportes también incluirán un listado de cualquier parte de los métodos de ensayos no realizados por el laboratorio. (NEC, 2015)

2.2.8 Normativa utilizada:

Para el predimensionamiento, diseño y análisis estructural se ha seguido las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC) así también como las norma ACI- 318, se deberá tener en consideración los requerimientos mínimos indicados por las normativas.

- **Estructuras de Hormigón Armado (NEC-SE-HM)**
- **Cargas No Sísmicas (NEC-SE-SG)**
- **Peligro Sísmico, Diseño Sismorresistente (NEC-SE-DS)**
- **Geotecnia y Cimentaciones (NEC-SE-GC)**

CAPITULO III

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 *Enfoque de la investigación.*

Esta investigación corresponde a un enfoque cuantitativo, donde se analiza el problema a partir de las variables que se expresan en un contexto determinado y bajo ciertas condiciones. Analiza las medidas obtenidas mediante métodos estadísticos y extraen un aserie de conclusiones sobre la hipótesis.

Se define un enunciado del problema, se formulan los objetivos, se identifican la hipótesis y una vez obtenidas las variables, se siguen las líneas de investigación apropiadas.

A partir de tales estudios cuantitativos, las características de las variables deben ser cuantificadas para producir resultados con información numérica precisa para ser reportada.

Los estudios de proyecto obtendrán datos sobre las propiedades generales, volúmenes, pesos y masas de las fibras de vidrio en el hormigón, lo que permitirá realizar los cálculos adecuados para que la experimentación a la nueva resistencia del hormigón y las nuevas dosificaciones se realizarán con cálculos oportunos y se estudiará la resistencia a corte teniendo en cuenta al pórtico con mayores secciones críticas.

3.1.2 *Alcance de la investigación.*

Este estudio de ámbito experimental determinará la dosis más óptima para lograr la mejor resistencia de hormigones con la implantación del cemento HOLCIM tipo G1.

De esta forma, se agregó las cantidades de 0.5%, 1.0%, 1.5%, y 2.0% de fibra de vidrio con respecto al cemento tratado en las mezclas utilizadas en los experimentos de laboratorio. Esto aumentarán la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, según los métodos utilizados en este trabajo y los requisitos reglamentarios.

Después de las pruebas en laboratorio, se evaluarán los resultados de diseño de cada hormigón.

3.1.3 *Técnica e instrumentos para obtener los datos.*

3.1.3.1. Instrumentos.

Tabla 5: Pruebas de ensayos y materiales.

TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Ensayos de Laboratorio.	Cilindros de hormigón.
Ensayos de Rotura.	Maquina Universal.
Diseño a corte	Etabs

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

3.1.4 *Presentación y análisis de resultados*

Tabla 6: Diseño de la vivienda familiar.

USO	VIVIENDA FAMILIAR
Bloque de Hormigón	Común
Área del solar	167.68 m ²
Número de niveles	3 niveles
Altura entre pisos	2.5 m
Altura total	12 m
Escalera	2 tramos
Sistema Estructural	Aporticado
Materiales	Hormigón Armado, Muros con bloques de hormigón
Refuerzo	Acero Longitudinal

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se anexan los planos arquitectónicos para lograr una mejor comprensión del proyecto.

3.1.4.1.Elevación.

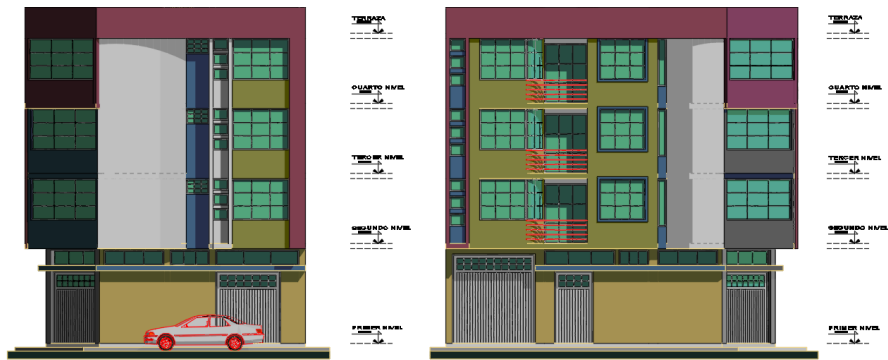


Figura 9: Vista en perfil
Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

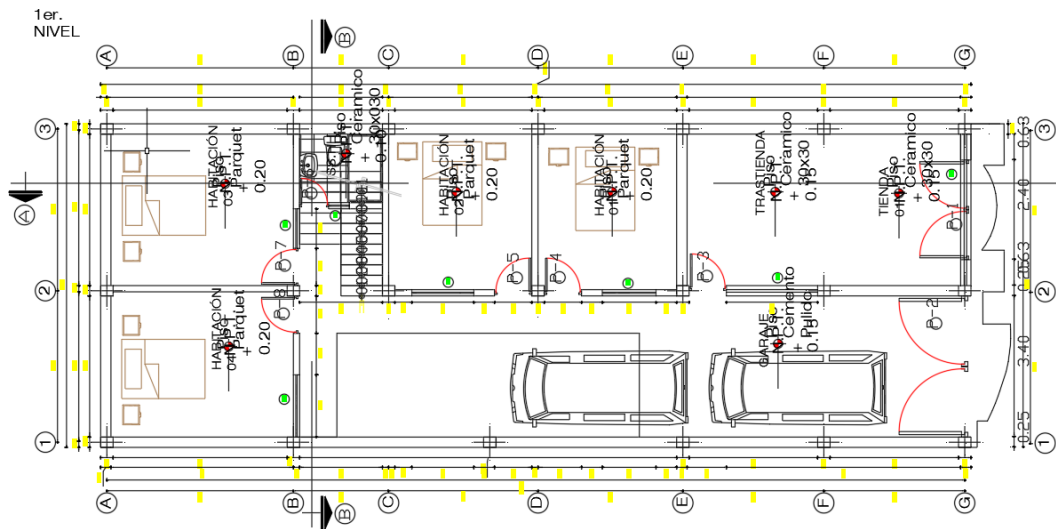


Figura 10: Vista en Planta primer nivel.
Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

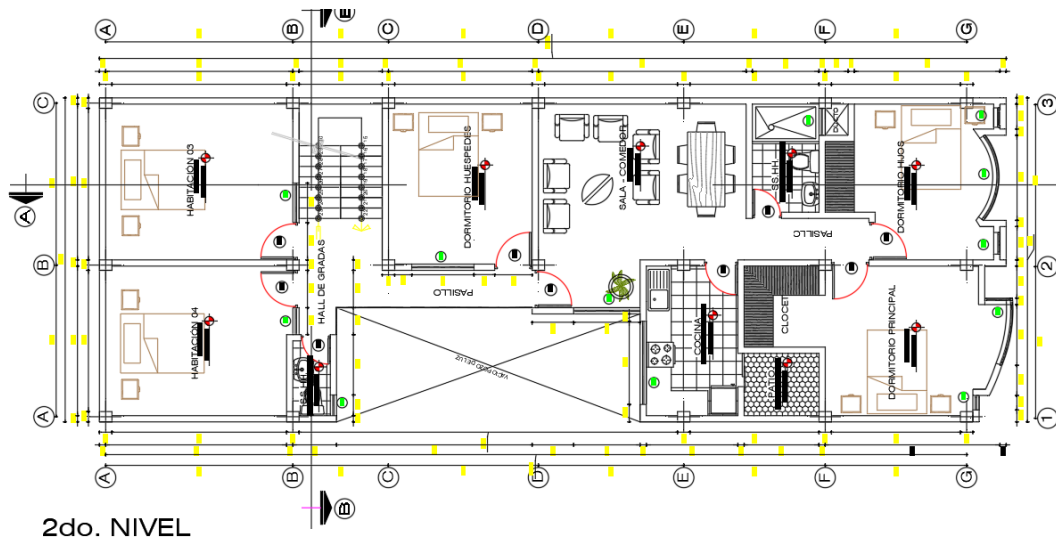


Figura 11: Vista en Planta segundo nivel.

Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

3.1.4.2. Propiedades de los Materiales:

Para el sistema aporticado que comprende columnas, losas y vigas se usará 3 tipos de Hormigón Armado cada uno presentando un diferente porcentaje de fibra de vidrio (1%, 1,5%, 3%) y para el diseño se usará el más favorable. A continuación, se indica las tablas comparativas entre el hormigón tradicional y los 3 tipos de porcentaje.

3.1.4.3. Pruebas de toma, curada y rotura de cilindro de hormigón.

Para la realización de la toma de los cilindros de hormigón se obtuvo que incorporar el cemento tipo G1, fibra de vidrio AR con sus agregados, donde se realizó la mezcla de los materiales para la debida toma de hormigón, al tener los cilindros de hormigón después de su fundición es necesario llevar los cilindros de hormigón y sumergirlo en agua ya que esta permite tener un mejor resultado de resistencias más confiables.



Figura 12: Toma de cilindros de hormigón.

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023



Figura 13: Curado de cilindros de hormigón.

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se procedió a la espera de 7, 14 y 28 días ya que en estos días están especificados para tomar su rotura, dando a entender que a los 7 días está en su punto mínimo de resistencia, a los 14 estaría en un punto medio, finalizando a los 28 días que es su punto donde el hormigón agarra su mayor resistencia.

Se realizó la toma de revenimiento, esto se hace para llevar a cabo y para garantizar la viabilidad de la mezcla del concreto. La muestra medida deberá situarse dentro de un margen establecido, o de una tolerancia, de la destilación prevista.



Figura 14: Toma de revenimiento

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se realizó las roturas de los cilindros a los 7, 14 y 28 días.



Figura 15: Rotura a los 7 días.

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023



Figura 16: Rotura a los 28 días.

Elaborado por: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

A continuación, se muestra en las siguientes tablas los esfuerzos obtenidos a la resistencia a la compresión.

Tabla 7: Resultados a la compresión a los 7 Días.

7 días	Carga KG	f'c Kg/cm ²
H-00	14,997.95	185.00
H-05	15,403.30	190.00
H-10	15,646.51	193.00
H-15	15,889.72	196.00
H-20	16,457.21	203.00

Elaborado por: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

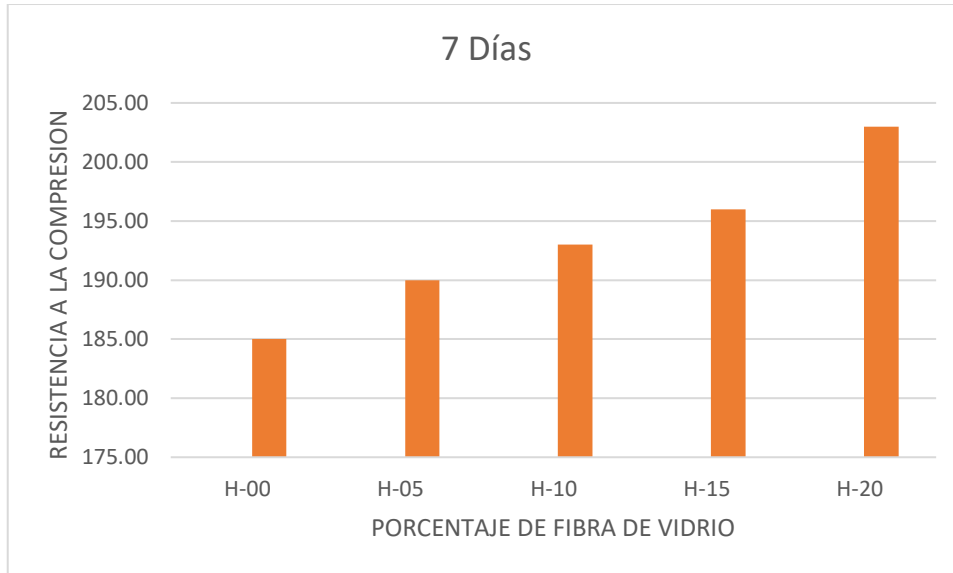


Figura 17: Resistencia a los 7 Días

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Tabla 8: Resultados a la compresión a los 14 Días.

14 días	Carga KG	f'c Kg/cm2
H-00	16,214.00	200.00
H-05	16,457.21	203.00
H-10	17,105.77	211.00
H-15	17,348.98	214.00
H-20	17,673.26	218.00

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

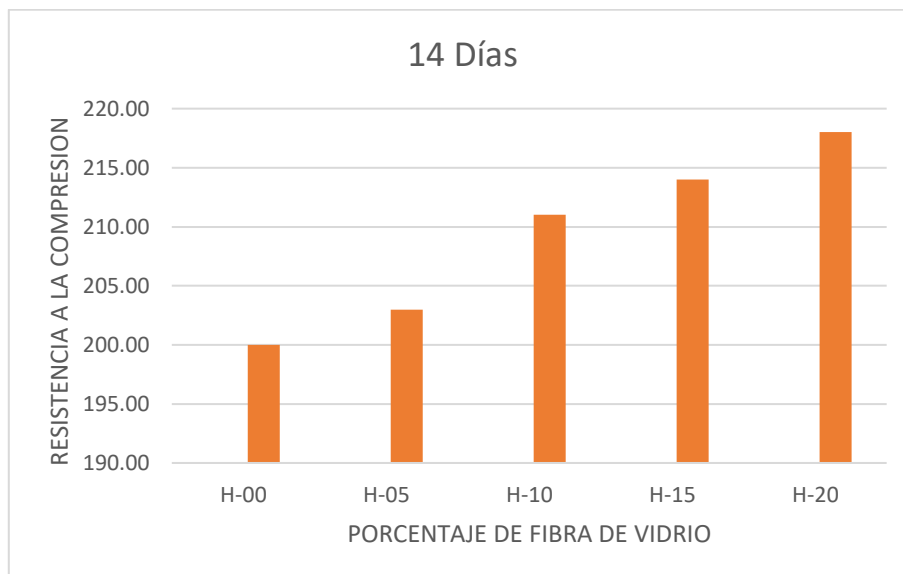


Figura 18: Resultados a la compresión a los 14 Días.

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Tabla 9: Resultados a la compresión a los 28 Días.

28 días	Carga KG	f'c Kg/cm ²
H-00	19,700.10	243.00
H-05	20,105.36	248.00
H-10	20,348.57	251.00
H-15	20,348.57	251.00
H-20	20,997.13	259.00

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

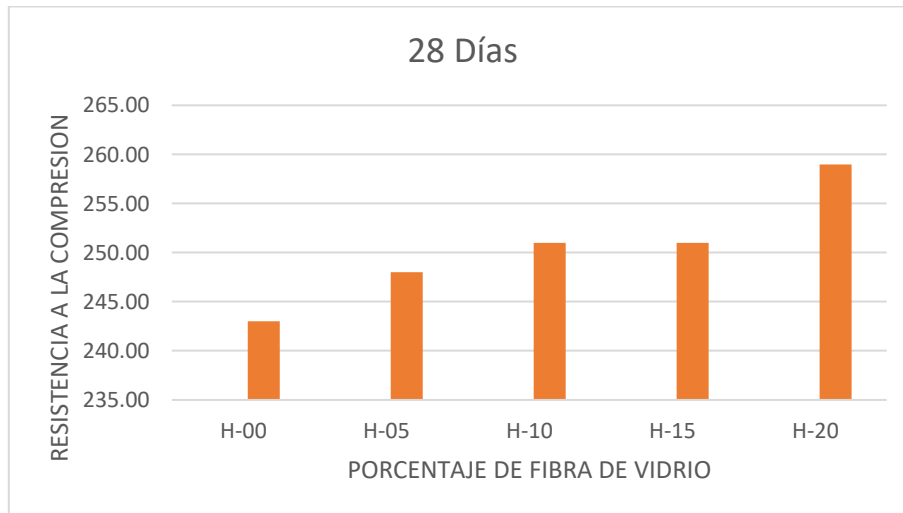


Figura 19: Resultados a la compresión a los 28 Días.

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

3.1.4.4. Acero de Refuerzo (60 Grados).

Este acero de refuerzo está considerado como uno de los más comerciales en Ecuador y es el más usado en hormigón armado para viviendas, hospitales, centros educativos, etc.

Tabla 10: Propiedades del acero.

Resistencia a la Fluencia (Fy)	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad (E)	2100000 kg/cm ²

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

3.1.4.5. Estructuración.

Para realizar un correcto diseño sismorresistente se debe considerar las irregularidades de la edificación, es recomendable que sea lo más simétrica y sencilla para que la estimación en cómo se vaya a comportar se asemeje a lo real

Aspectos para la estructuración:

- Simetría
- Homogeneidad y continuidad de los elementos estructurales
- Ductilidad
- Que presente rigidez

Analizando los aspectos es recomendable utilizar un **SISTEMA APORTICADO EN AMBOS SENTIDOS**. Este sistema tendrá que cumplir con todos los requerimientos establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

3.1.4.6. Predimensionamiento de Elementos Estructurales.

3.1.4.6.1 Predimensionamiento de Losas.

Tabla 11: Altura mínima en vigas y losas de hormigón

Condición de apoyo	h mínimo
Simplemente apoyadas	l/16
Un extremo continuo	l/18.5
Ambos extremos continuos	l/21
En voladizo	l/8

Elaborado por: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Tabla #x ACI-318 Cap 7.3.1.1 – Espesor mínimo de losas en una dirección

Para nuestro predimensionamiento debemos considerar la sección más crítica, y para la dirección de los nervios debemos tomar en cuenta la luz más corta para tener un mejor comportamiento.

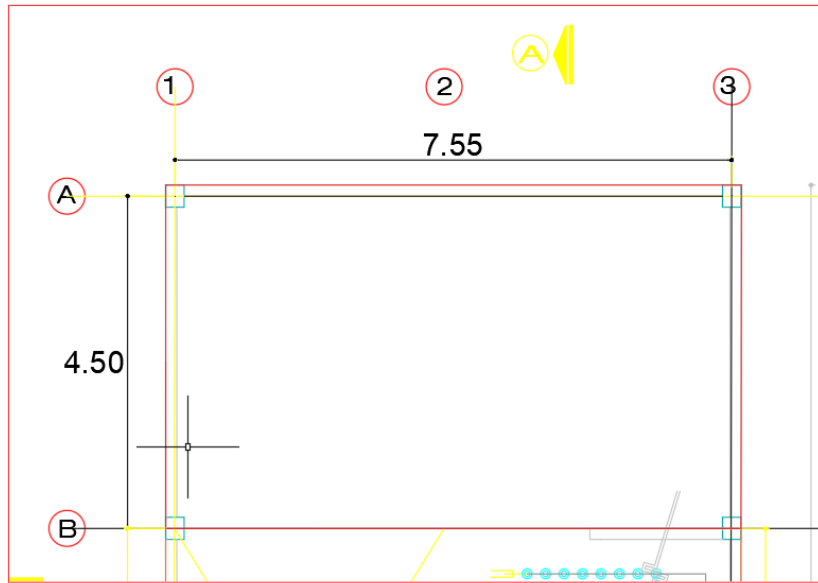


Figura 20: Sección de losa

Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

En este caso la luz más corta en la mayor área es de 4.50 m consideramos que es una losa que contiene un extremo continuo

$$e = \frac{l}{18.5}$$

$$e = \frac{450\text{cm}}{18.5} = 24.32\text{cm}$$

Se considerará una losa nervada de 25 cm con una loseta de espesor de 5 cm, nervios de 10 cm y cajonetas de fibra de vidrio con un área de 40cmx20cm, ver figura 21:

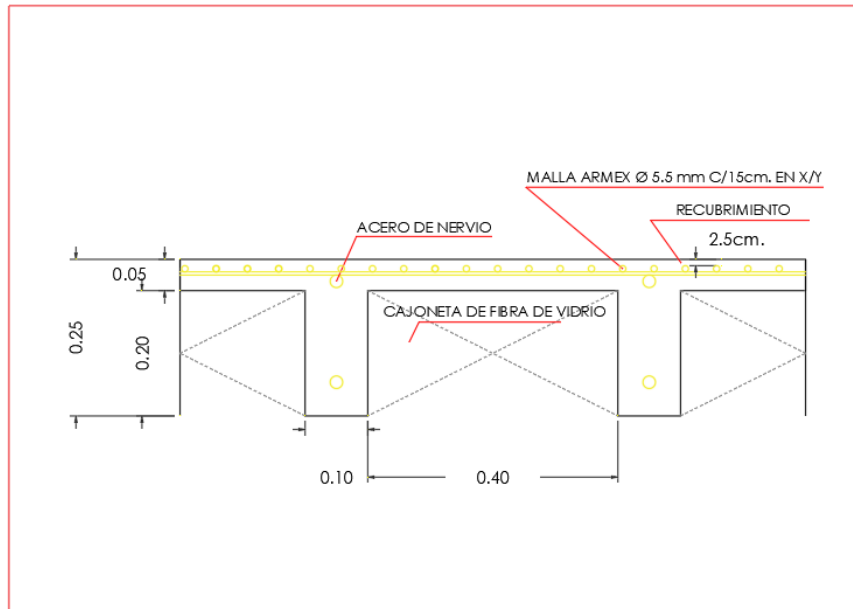


Figura 21: Corte de losa nervada

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

3.1.4.6.2 Predimensionamiento de Vigas.

En vigas se usarán el mismo criterio que en vigas, en este

Tabla 12: Alturas o espesores mínimos de vigas no preesfrozadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones, espesor mínimo, h.

Elementos	Elementos que NO soporten o esten ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes			
Losas macizas en una dirección	1/20	1/24	1/28	1/10
Vigas o losas nervadas en dirección	1/16	1/18.5	1/21	1/8

Fuente: (Segura, 2018)

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

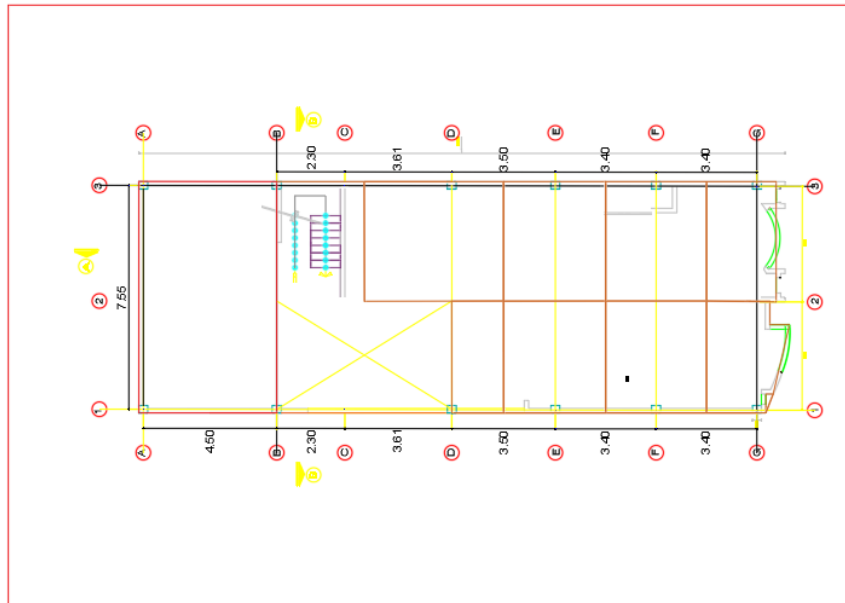


Figura 22: Implantacion priemr nivel.

Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

Tabla 13: Vigas Principales

1 TRAMO A-B	4.500	0.24	25X25
1 TRAMO B-D	5.910	0.32	25X25
1 TRAMO D-E	3.500	0.19	25X25
1 TRAMO E-F	3.400	0.18	25X25
1 TRAMO F-G	3.400	0.18	
2 TRAMO A-B	4.500	0.24	25X25
2 TRAMO B-C	2.300	0.12	25X25
2 TRAMO C-D	3.610	0.20	25X25
2 TRAMO D-E	3.500	0.19	25X25
2 TRAMO E-F	3.400	0.18	25X25
2 TRAMO F-G	3.400	0.18	25X25
3 TRAMO A-B	4.500	0.24	25X25
3 TRAMO B-C	2.300	0.12	25X25
3 TRAMO C-D	3.610	0.20	25X25
3 TRAMO D-E	3.500	0.19	25X25
3 TRAMO E-F	3.400	0.18	25X25
3 TRAMO F-G	3.400	0.18	25X25

Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

Tabla 14: Vigas Secundarias

A TRAMO 1-2	3.65	0.20	25X25
A TRAMO 2-3	3.90	0.21	25X35
B TRAMO 1-2	3.65	0.20	25X25
B TRAMO 2-3	3.90	0.21	25X25
C TRAMO 1-2			
C TRAMO 2-3	3.90	0.21	25X25
D TRAMO 1-2	3.65	0.20	25X35
D TRAMO 2-3	3.90	0.21	25X25
E TRAMO 1-2	3.65	0.20	25X25
E TRAMO 2-3	3.90	0.21	25X25
F TRAMO 1-2	3.65	0.20	25X35
F TRAMO 2-3	3.90	0.21	25X25
G TRAMO 1-2	3.65	0.20	25X25
G TRAMO 2-3	3.90	0.21	25X25

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

3.1.4.6.3 Predimensionamiento de Columnas.

En columnas se usará el criterio general para el predimensionamiento de columnas:

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

Dónde:

A_g : Área geométrica predimensionada de la columna

P : Peso que está soportando la columna (se debe tener en cuenta en qué nivel estará ubicada la columna)

n : Índice de aplastamiento, este dependerá de la ubicación de la columna. (central, esquineras, externas medias)

f'_c : Resistencia a la compresión del concreto

La siguiente tabla expone los tipos de columna con sus respectivos índices de aplastamientos:

Tabla 15: Tipos de columna con sus respectivos índices de aplastamientos.

Tipo	Descripción	P/PG	n
C1	Col. Interior para primeros niveles	1.10	0.30

C2	Col. Interior para los 4 últimos pisos sup.	1.10	0.25
C3	Col. Ext Pórticos Int.	1.25	0.25
C4	Col. De Esquinas	1.50	0.20

Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

3.1.4.7. Metrados de Cargas.

Para este caso se comenzará por el piso superior hasta la planta baja

Consideramos la mayor área tributaria para cada tipo de columna (C3, C4)

C3 – Columna exterior en pórticos internos

Tenemos una losa de 25 con una capa de compresión de 5 cm de loseta, cajas de fibra cemento con un área transversal de 152cm^2 , nervios de 10cm, se considera una Carga viva de 200 kg/cm^2 .

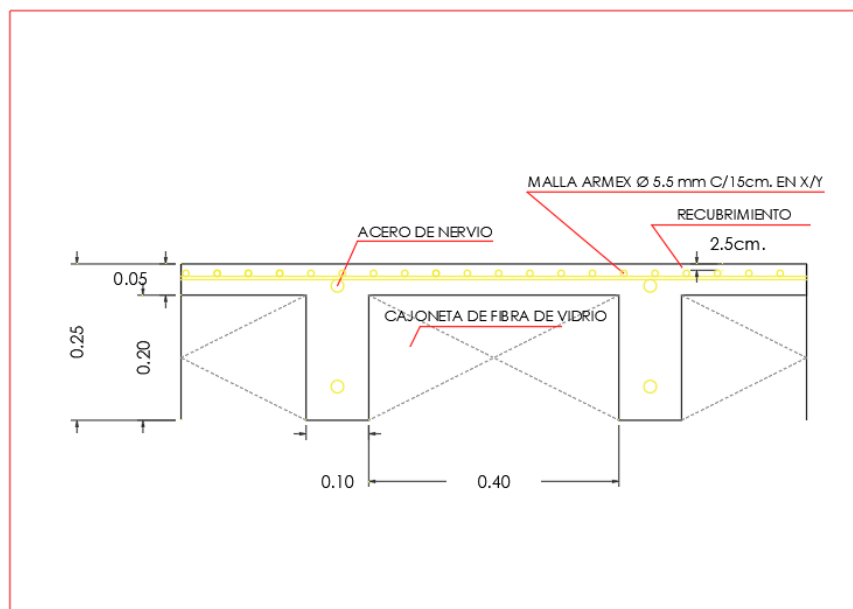


Figura 23: Corte de losa de 25cm

Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Peso específico del hormigón = 2400 kg/m^3

Peso específico de la fibra de vidrio = 2600 kg/m^3

Peso propio de la losa:

Capa de compresión. –

$$PP_{cc} = 0.05m * 1m * 1m * 2400 \frac{kg}{m^3} = 120 \text{ kg}$$

Cajonetas:

$$PP_c = 0.0152m^2 * 1m * 2600 \frac{kg}{m^3} = 39.52 \text{ kg} * 2 \text{ cajonetas} = 79 \text{ kg}$$

Nervios.

$$PP_N = 0.1m * 0.2m * 1m * 2400 \frac{kg}{m^3} = 48 \text{ kg} * 2 \text{ nervios} = 96 \text{ kg}$$

Para este caso se considera los siguientes pesos en acabados:

- Peso Paredes = 180 kg/m²
- Peso piso = 120 kg/m²
- Peso enlucido = 40 kg/m²

Peso total de losa nervada en una dirección:

$$PP_t = P_{cc} + P_c + P_N + P_p + P_{piso} + P_e$$

Como se debe considerar para un metro cuadrado el peso propio de la losa se lo divide para 1m² obteniendo los mismos valores, reemplazamos:

$$PP_t = 120 \frac{kg}{m^2} + 79 \frac{kg}{m^2} + 96 \frac{kg}{m^2} + 180 \frac{kg}{m^2} + 120 \frac{kg}{m^2} + 40 \frac{kg}{m^2}$$

$$PP_t = 635 \frac{kg}{m^2}$$

Combinación de Cargas

$$Wu = 1.2 * CM + 1.6 * CV$$

$$Wu = 1.2 * 635 \frac{kg}{m^2} + 1.6 * 200 \frac{kg}{m^2}$$

$$Wu = 1082 \frac{kg}{m^2}$$

3.1.4.8. Peso propio de Vigas.

Como se ha mencionado se calculará el peso propio de vigas principales y secundarias de las columnas donde se encuentre la mayor área tributaria, para el caso de la c1 es la columna.

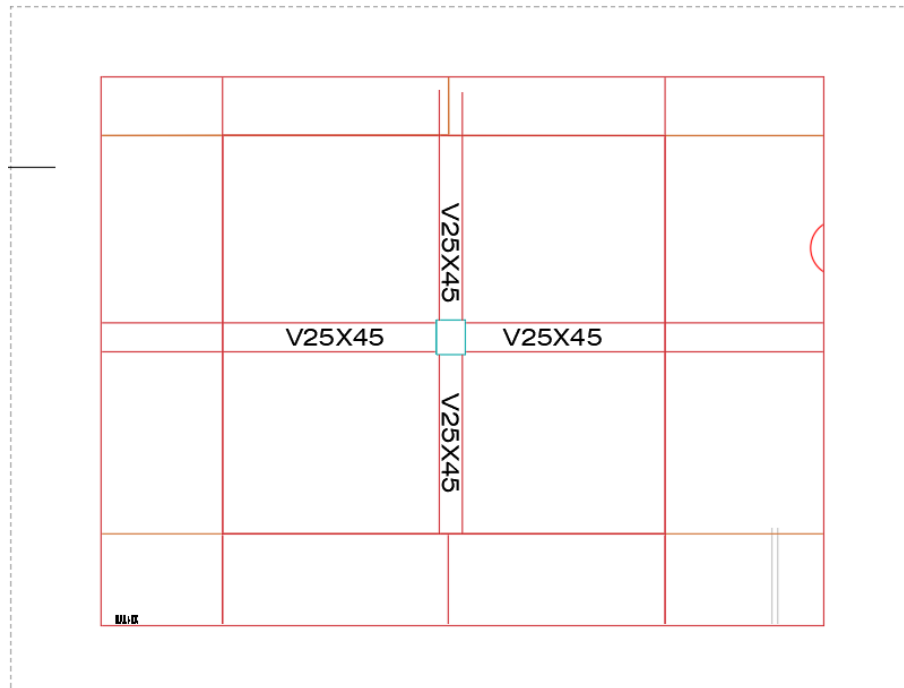


Figura 24: Área tributaria de columna C1

Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

+Viga principal

$$V_{F13} = 0.25\text{m} * 0.25\text{m} * 3.4\text{m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 573.75 \text{ kg}$$

Vigas Secundarias

$$V_{2EG} = 0.25\text{m} * 0.25\text{m} * 3.4\text{m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 510 \text{ kg}$$

Peso total en vigas

$$V_T = V_{F13} + V_{2EG}$$

$$V_T = 573.75 \text{ kg} + 510\text{kg} = 1083.75 \text{ kg}$$

3.1.4.9.Columna Tipo C3 Exterior en pórticos interiores.

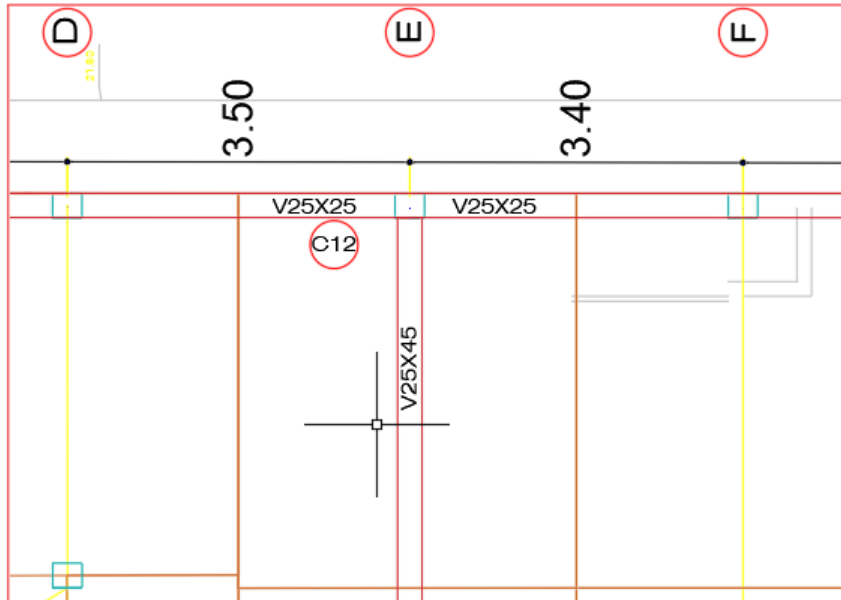


Figura 25: Area tributaria de columna C3

Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

Viga Principal

$$V_{A12} = 0.25\text{m} * 0.25\text{m} * 1.95\text{m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 292.5.5 \text{ kg/m}^2$$

Viga Secundaria

$$V_{1AB} = 0.25\text{m} * 0.25\text{m} * 2.05\text{m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 307.5 \text{ kg/m}^2$$

3.1.4.10. Columna Tipo C4 Esquinas.

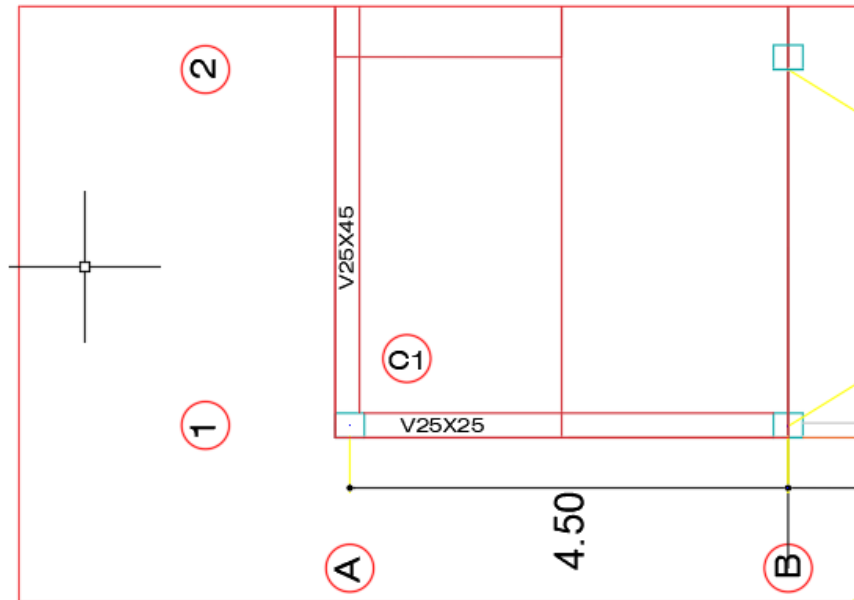


Figura 26: Area tributaria de columna C4

Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Viga Principal

$$V_{A12} = 0.25\text{m} * 0.25\text{m} * 1.95\text{m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 292.5.5 \text{ kg/m}^2$$

Viga Secundaria

$$V_{1AB} = 0.25\text{m} * 0.25\text{m} * 2.05\text{m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 307.5 \text{ kg/m}^2$$

3.1.4.11. Se elabora tablas para la bajada de carga por cada tipo de columna.

Tipo C1

Para un hormigón tradicional de 240kg/cm² se observa la siguiente tabla.

Tabla 16: Bajante de cargas columna tipo C1.

ELEVACIÓN	T. DE COLUMNA	A. TRIBUTARIA	W LOSA	W VIGA
3 PISO	C1	13.2	1082	1083.75
2 PISO	C1	13.2	1082	1083.75
1 PISO	C1	13.2	1082	1083.75
P. BAJA	C1	13.2	1080	1083.75

W COLUMNA	W. PARCIAL	W TOTAL
-----------	------------	---------

0	15366.15	15366.15
540	15906.15	31272.3
735	16101.15	47373.45
788.4	16128.15	63501.6

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Y Obtenemos el siguiente predimensionamiento

Tabla 17: Predimensionamiento de losa tipo C1

n	Ag	bxh	b
0.3	213.42	15	25X25
0.3	434.34	21	25X25
0.3	657.96	26	30X30
0.3	881.97	30	30X30

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Tabla 18: Bajante de cargas columna tipo C3.

ELEVACIÓN	T. DE COLUMNA	A. TRIBUTARIA	W LOSA	W VIGA
3 PISO	C3	6.97	1082	1083.75
2 PISO	C3	6.97	1082	1083.75
1 PISO	C3	6.97	1082	1083.75
P. BAJA	C3	6.97	1080	1083.75

W COLUMNA	W. PARCIAL	W TOTAL
0	8625.29	8625.29
540	9165.29	17790.58
735	9360.29	27150.87
788.4	9399.75	36550.62

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Obtenemos el siguiente predimensionamiento

Tabla 19: Predimensionamiento de columna tipo C3

n	Ag	bxh	b
0.25	143.75	12	25X25
0.25	296.51	17	25X25
0.25	452.51	21	25x25

0.25	609.18	25	25x25
-------------	--------	----	-------

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Tabla 20: Bajante de cargas columna tipo C4.

ELEVACIÓN	T. DE COLUMNA	A. TRIBUTARIA	W LOSA	W VIGA
3 PISO	C4	4.54	1082	1083.75
2 PISO	C4	4.54	1082	1083.75
1 PISO	C4	4.54	1082	1083.75
P. BAJA	C4	4.54	1080	1083.75

W COLUMNA	W. PARCIAL	W TOTAL
0	5996.03	5996.03
540	6536.03	12532.06
735	6731.03	19263.09
788.4	6775.35	26038.44

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Y obtenemos el siguiente predimensionamiento

Tabla 21: Predimensionamiento de columna tipo C4.

n	Ag	bxh	b
0.25	99.93	10	25X25
0.25	208.87	14	25X25
0.25	321.05	18	25x25
0.25	433.97	21	25x25

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

En las pruebas realizadas con el porcentaje de fibra de vidrio al 2% se incrementó la fuerza a la compresión del concreto y se obtuvieron los siguientes resultados en la siguiente tabla.

Tabla 22: Bajante de cargas columna tipo C1.

ELEVACIÓN	T. DE COLUMNA	A. TRIBUTARIA	W LOSA	W VIGA
3 PISO	C1	13.2	1082	1083.75
2 PISO	C1	13.2	1082	1083.75
1 PISO	C1	13.2	1082	1083.75
P. BAJA	C1	13.2	1080	1083.75

W COLUMNA	W. PARCIAL	W TOTAL
0	15366.15	15366.15
540	15906.15	31272.3
735	16101.15	47373.45
788.4	16128.15	63501.6

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se obtuvo el siguiente predimensionamiento.

Tabla 23: Predimensionamiento de columna tipo C1.

N	Ag	bxh	b
0.3	197.76	14	25X25
0.3	402.47	20	25X25
0.3	609.70	25	25x25
0.3	817.27	29	25x25

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se logra observar que se redujo la dimensión en 1 cm², en futuros análisis se confirmará o se descartará si aportó en el diseño.

Espectro de diseño

Para el diseño sismorresistente se aplicó la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC – SE – DS).

Zonificación Sísmica (Factor de zona Z)

El valor Z representa la aceleración máxima en roca que se espera que actúe para el sismo de diseño, aquella es una fracción de la aceleración de la gravedad.

Dependiendo donde esté ubicado el proyecto determinará las 6 zonas sísmicas del Ecuador, cada una con un diferente valor del Factor Z como se observa en el siguiente gráfico.

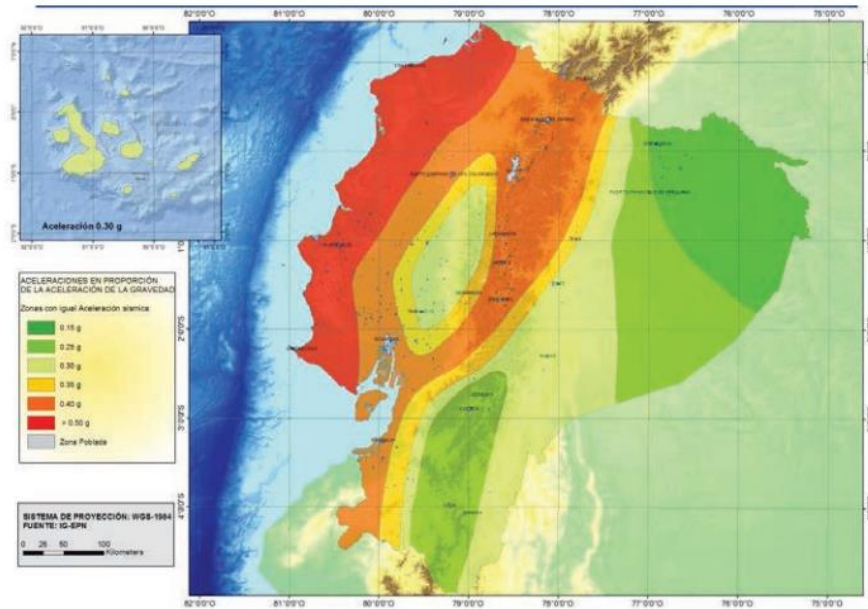


Figura 27: Zonas sísmicas del Ecuador

Fuente: (NEC-SE-CG, 2014)

El mapa de zonificación proviene del resultado de estudios de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años y un periodo de retorno de 475 años y su saturación es de 0.5 g en Zona IV.

Tabla 24: Valores del factor z en función de la zona sísmica adoptada.

Zona sísmica	I	II	III	IV	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.4	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

La normativa indica que para el Suelo tipo C cuenta con los siguientes parámetros

Tabla 25: Datos para obtener el espectro de diseño.

DATOS	
I	1
Φ_P	1
Φ_E	1
R	8
Z	0.4

n	1.8
----------	-----

Fuente: (NEC-SE-CG, 2014)

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Con los valores obtenidos calculamos nuestro espectro de diseño que será usado el diseño sismorresistente.

Tabla 26: Espectro de diseño.

Sa C	Sa C Diseño
0.864	0.1080
0.864	0.1080
0.864	0.1080
0.864	0.1080
0.864	0.1080
0.864	0.1080
0.864	0.1080
0.6970	0.0871
0.6099	0.0762
0.5421	0.0678
0.4879	0.0610
0.4436	0.0554
0.4066	0.0508
0.3753	0.0469
0.3485	0.0436
0.3253	0.0407
0.3049	0.0381
0.2870	0.0359
0.2711	0.0339
0.2568	0.0321
0.2440	0.0305
0.2323	0.0290
0.2218	0.0277
0.2121	0.0265
0.2033	0.0254
0.1952	0.0244
0.1877	0.0235
0.1807	0.0226
0.1743	0.0218
0.1682	0.0210
0.1626	0.0203
0.1574	0.0197

0.1525	0.0191
0.1479	0.0185
0.1435	0.0179
0.1394	0.0174
0.1355	0.0169
0.1319	0.0165
0.1284	0.0160
0.1251	0.0156
0.1220	0.0152
0.1190	0.0149
0.1162	0.0145
0.1135	0.0142
0.1109	0.0139
0.1084	0.0136
0.1061	0.0133
0.1038	0.0130
0.1016	0.0127
0.0996	0.0124
0.0976	0.0122

Elaborado por: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

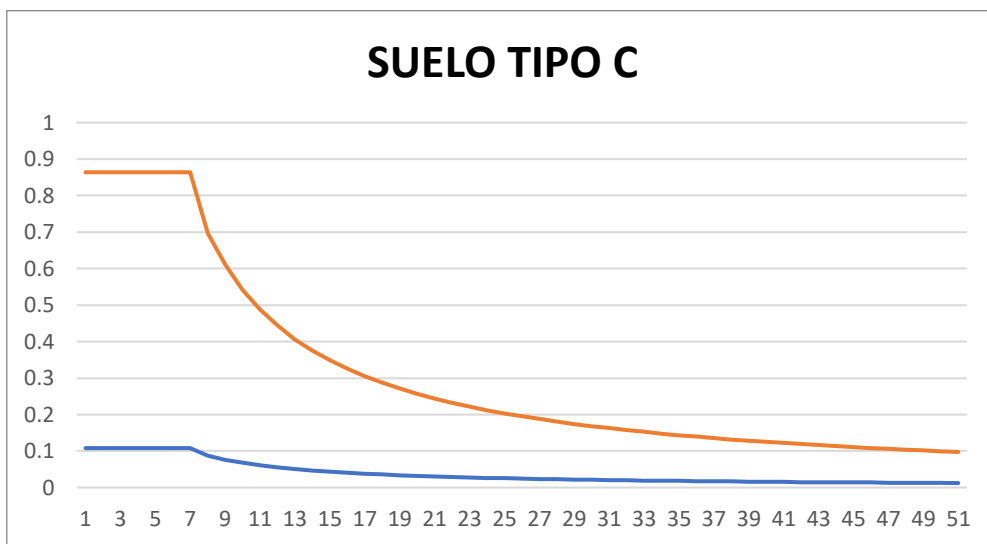


Figura 28: Resistencia a los 28 Días

Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Modelación con el Programa ETABS.

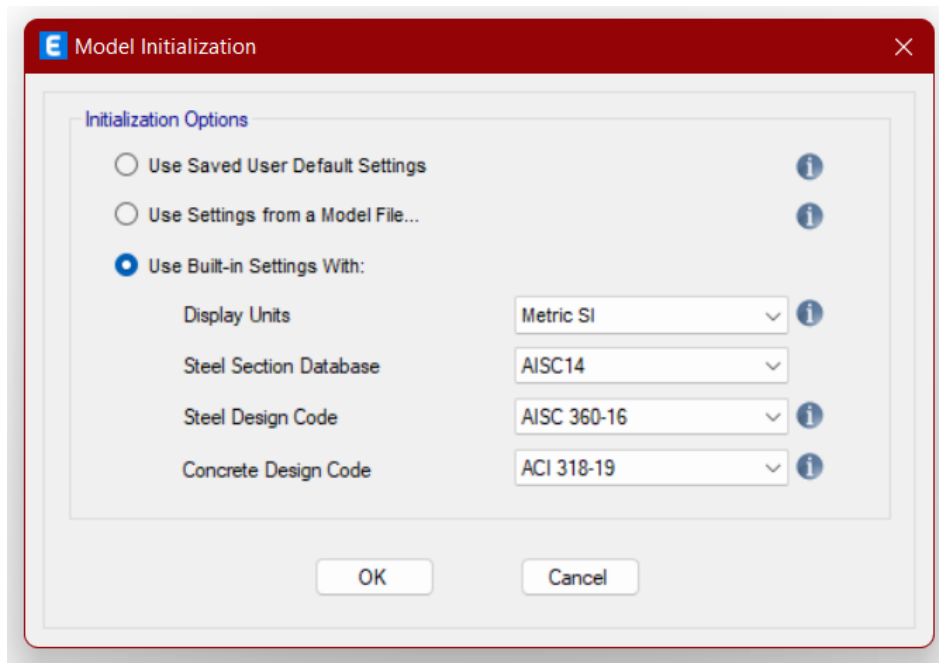


Figura 29: Unidades metricas ETABS

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se coloca el número de cuadrantes con los que se vaya a modelar, así como el número de niveles.

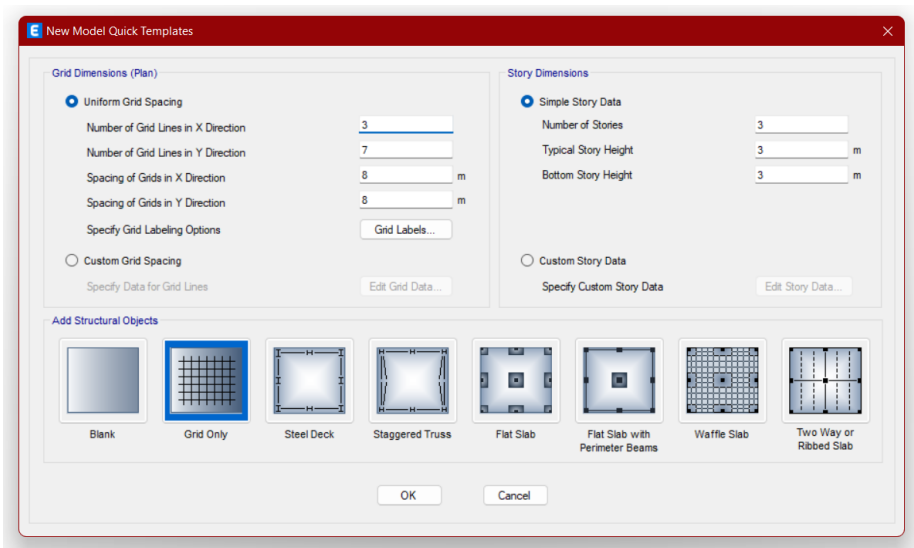


Figura 30: Diseño de grillas.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se modifica las dimensiones entre pórticos y elevaciones de la edificación

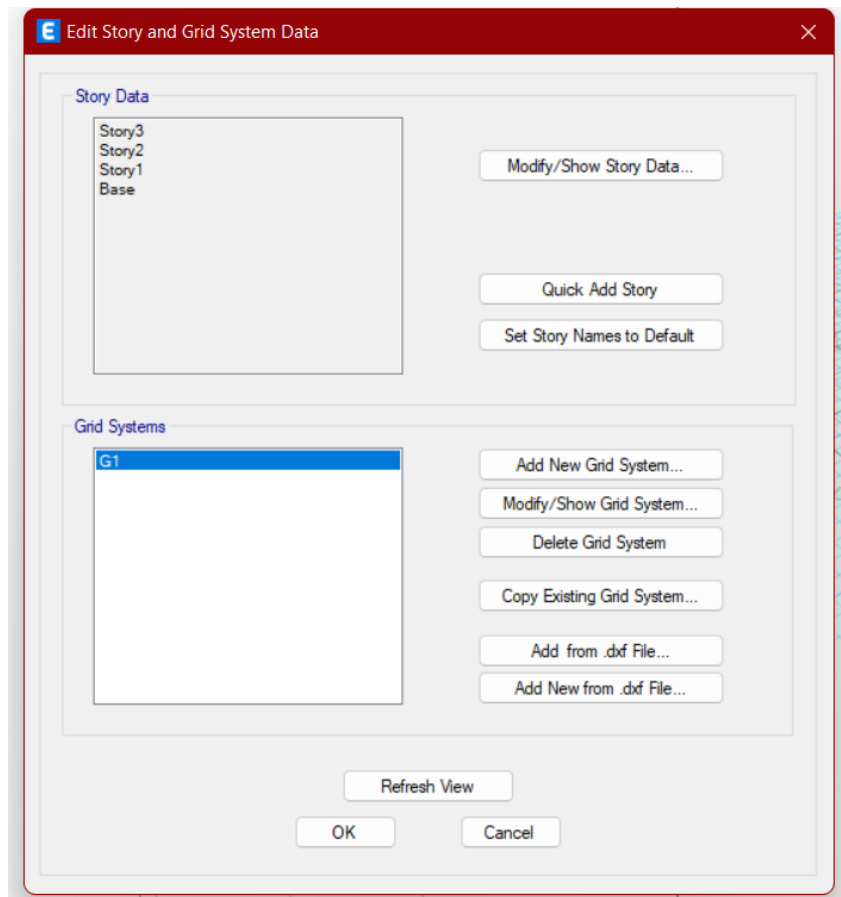


Figura 31: Configuración de grilas.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Para las elevaciones consideramos las dimensiones establecidas por los planos arquitectónicos.

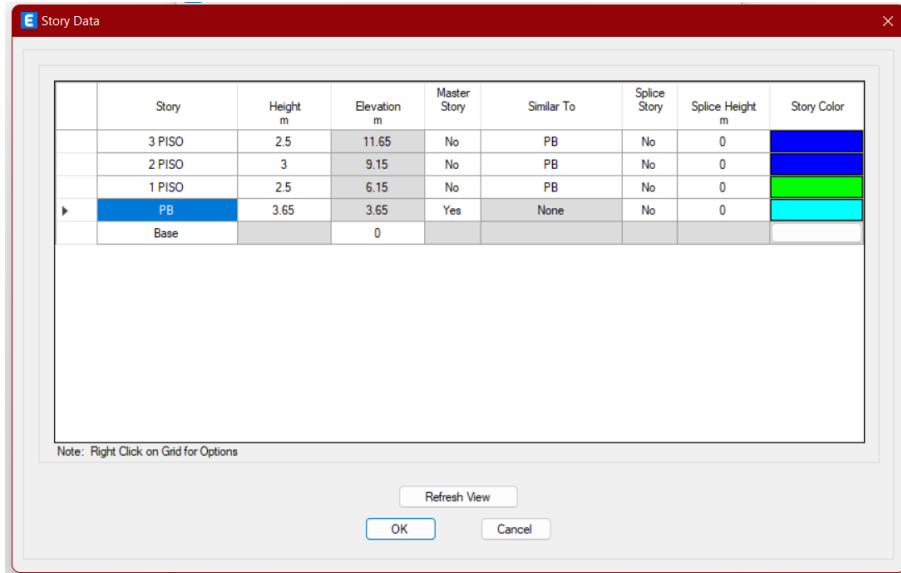


Figura 32: Configuración de niveles.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Y colocamos las dimensiones entre pórticos

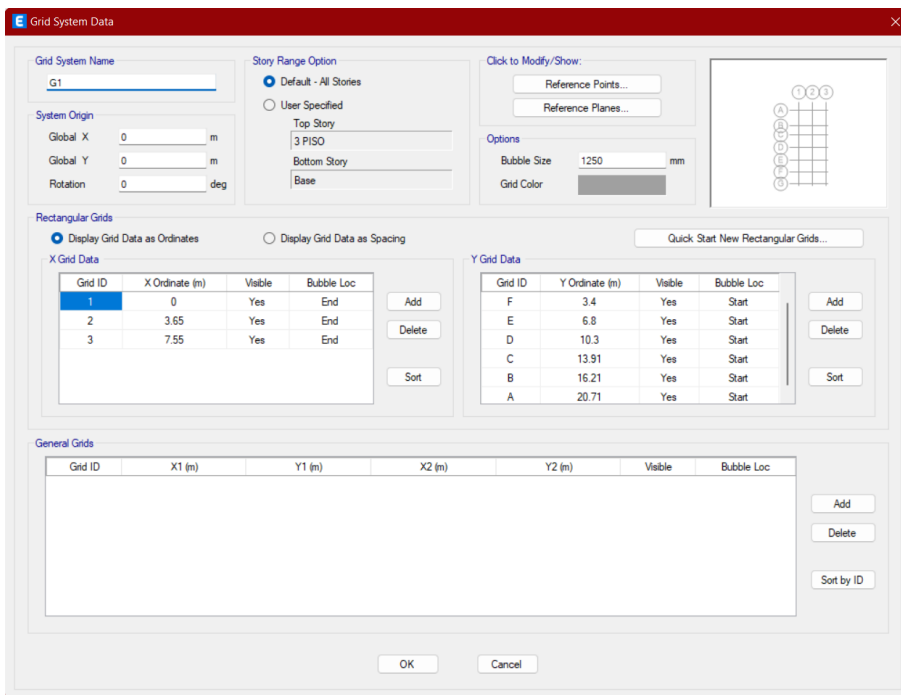


Figura 33: Configuración de porticos

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se configura el tipo de concreto con el que se realizaron las pruebas

The image shows a software configuration window for material properties. It is organized into three main sections:

- General Data:** Contains fields for Material Name (C 259kg/cm2), Material Type (Concrete), Directional Symmetry Type (Isotropic), Material Display Color (with a 'Change...' button), and Material Notes (with a 'Modify/Show Notes...' button).
- Material Weight and Mass:** Features two radio buttons: 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. Below are input fields for Weight per Unit Volume (0.0024 kgf/cm³) and Mass per Unit Volume (0.000002 kgf-s²/cm⁴).
- Mechanical Property Data:** Includes input fields for Modulus of Elasticity, E (243011.5 kgf/cm²), Poisson's Ratio, U (0.2), Coefficient of Thermal Expansion, A (0.0000099 1/C), and Shear Modulus, G (101254.79 kgf/cm²).

Figura 34: Propiedades del concreto con fibra de vidrio

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Para concreto 240 kg/cm²

Figura 35: Propiedades del concreto tradicional
Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Para el caso del acero se utiliza el 360 en frío con los siguientes valores, su módulo de elasticidad está en los valores de 2.1×10^6 kg/cm²

Figura 36: Configuración del acero AC36
Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Material Name and Type		
Material Name	ACERO DE REFUERZO	
Material Type	Rebar, Uniaxial	
Grade	Grade 60	

Design Properties for Rebar Materials		
Minimum Yield Strength, Fy	4200	kgf/cm ²
Minimum Tensile Strength, Fu	6330	kgf/cm ²
Expected Yield Strength, Fye	4640	kgf/cm ²
Expected Tensile Strength, Fue	6960	kgf/cm ²

Figura 37: Modulo de elasticidad del acero
Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

Se configuran los elementos estructurales columnas, vigas, losas
Columnas.

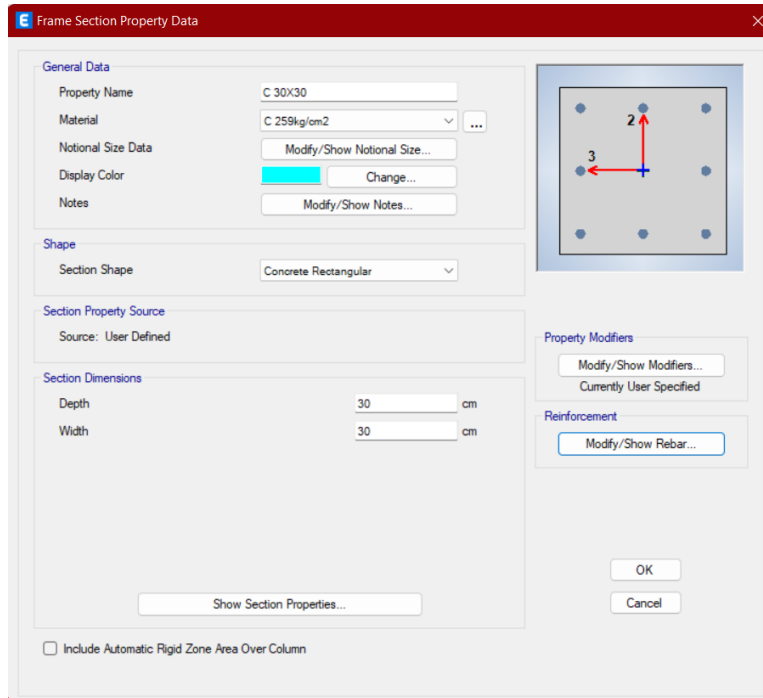


Figura 38: Columna de 30x30

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

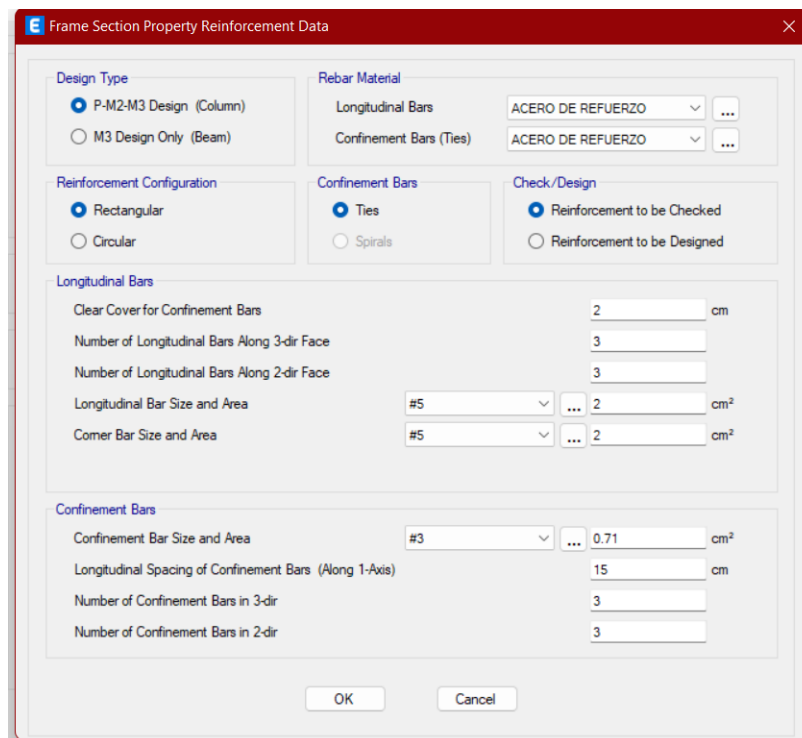


Figura 39: Acero de refuerzo.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Para vigas

The screenshot shows the 'Frame Section Property Data' dialog box. It is divided into several sections:

- General Data:** Property Name: V 25X25; Material: C 259kg/cm2; Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...; Display Color: Change...; Notes: Modify/Show Notes...
- Shape:** Section Shape: Concrete Rectangular
- Section Property Source:** Source: User Defined
- Section Dimensions:** Depth: 25 cm; Width: 25 cm
- Property Modifiers:** Modify/Show Modifiers... (Currently User Specified)
- Reinforcement:** Modify/Show Rebar...

Buttons: OK, Cancel, Show Section Properties... (bottom center), Include Automatic Rigid Zone Area Over Column (checkbox, bottom left).

Figura 40: Viga de 25x25.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

The screenshot shows the 'Frame Section Property Reinforcement Data' dialog box. It is divided into several sections:

- Design Type:** P-M2-M3 Design (Column) (radio button); M3 Design Only (Beam) (radio button, selected)
- Rebar Material:** Longitudinal Bars: ACERO DE REFUERZO; Confinement Bars (Ties): ACERO DE REFUERZO
- Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid:** Top Bars: 5 cm; Bottom Bars: 5 cm
- Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams:** Top Bars at I-End: 0 cm²; Top Bars at J-End: 0 cm²; Bottom Bars at I-End: 0 cm²; Bottom Bars at J-End: 0 cm²

Buttons: OK, Cancel

Figura 41: Acero de refuerzo en vigas de 25x25.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

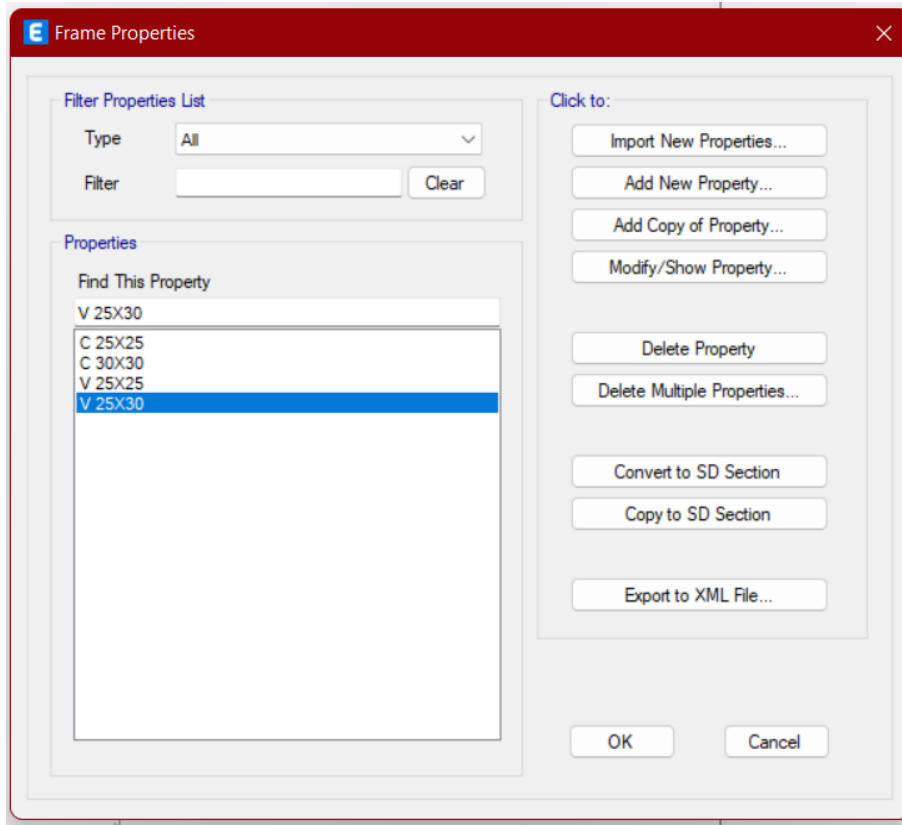


Figura 42: Elementos tipo frame

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Para nuestro diseño de losa presenta la siguiente configuración

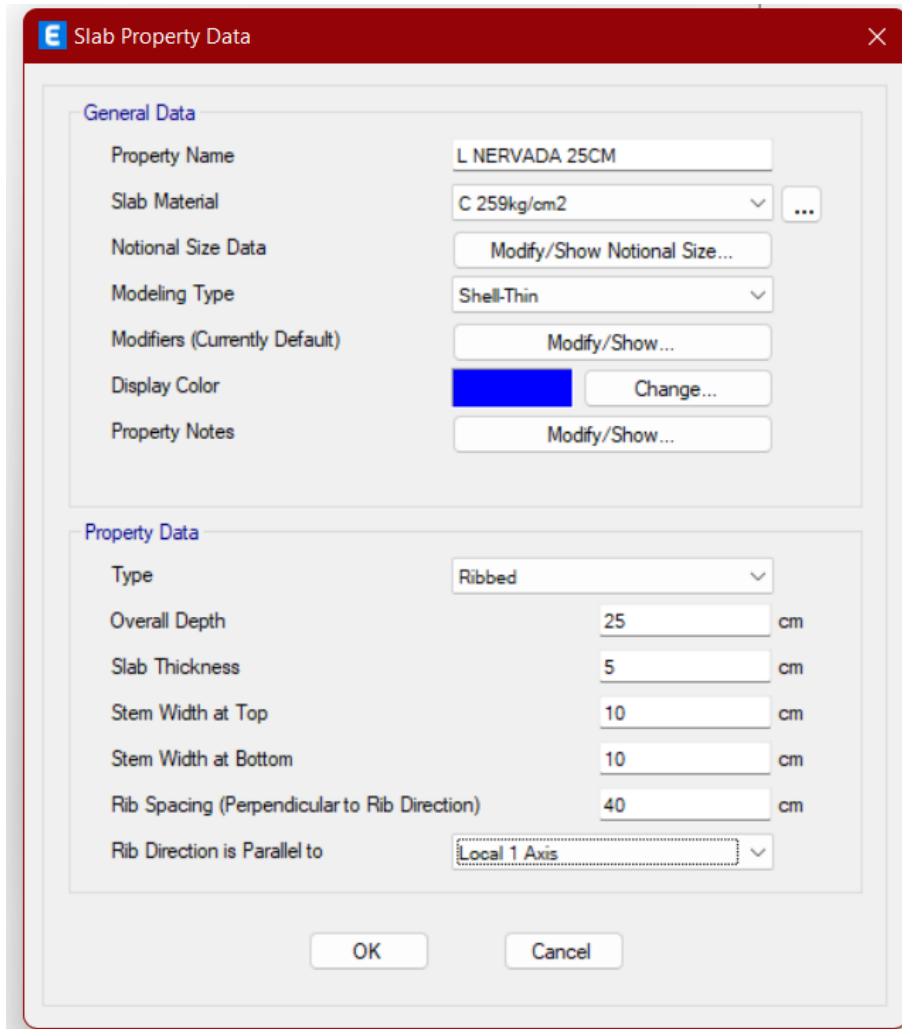


Figura 43: Diseño de losa en ETABS

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se colocan los elementos estructurales con forme al predimensionamiento y se verifica los ejes locales de columnas y vigas.

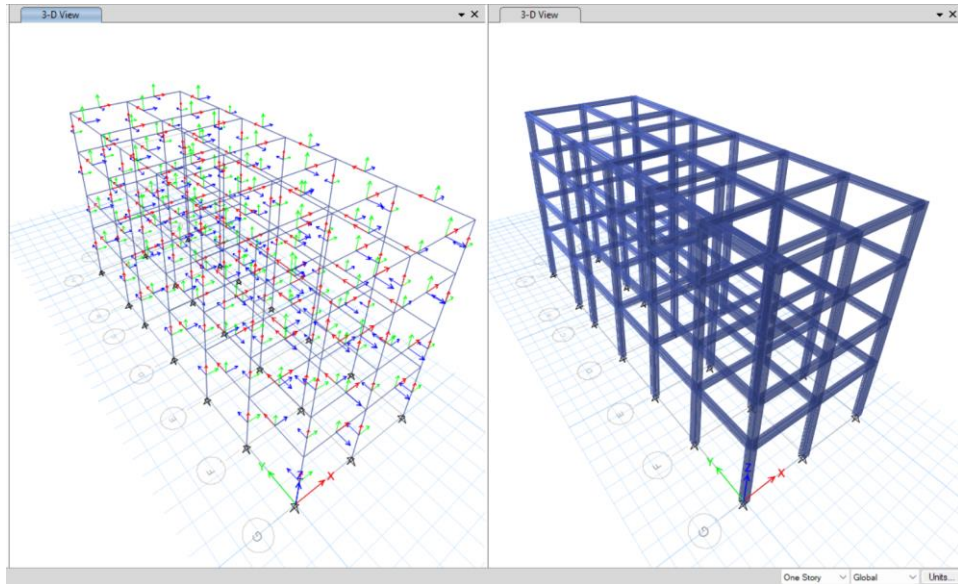


Figura 44: Ejes locales de la estructura.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Cuando se ingresa la losa nervada en el software por defecto se posiciona en el eje x, se lo debe rotar para que las vigas principales sean las paralelas al eje Y

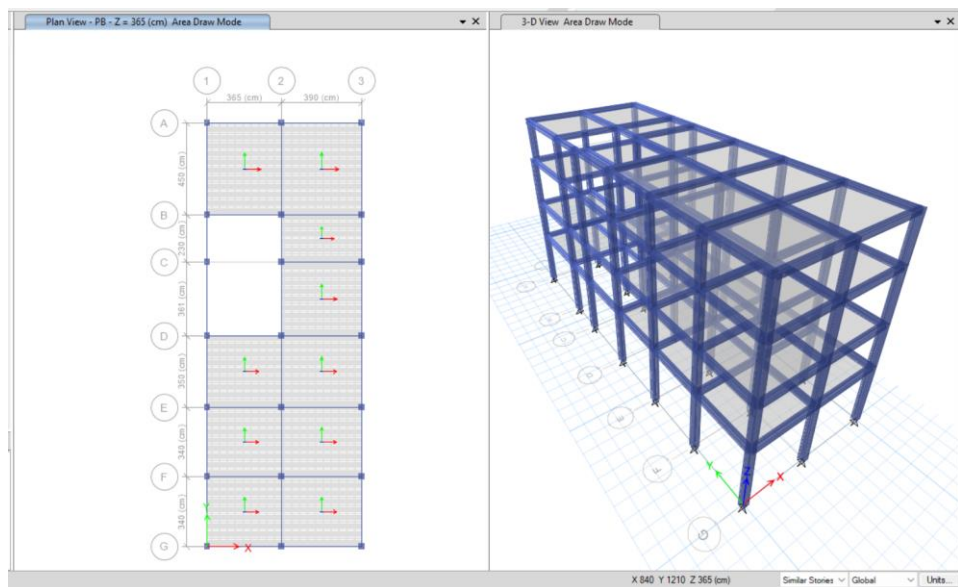


Figura 45: Ejes locales de losas.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

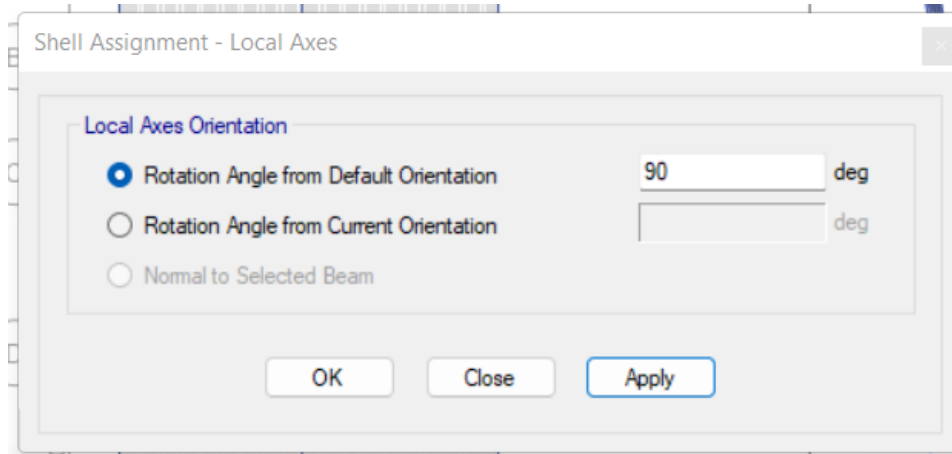


Figura 46: Direccion de losas a vigas principales.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

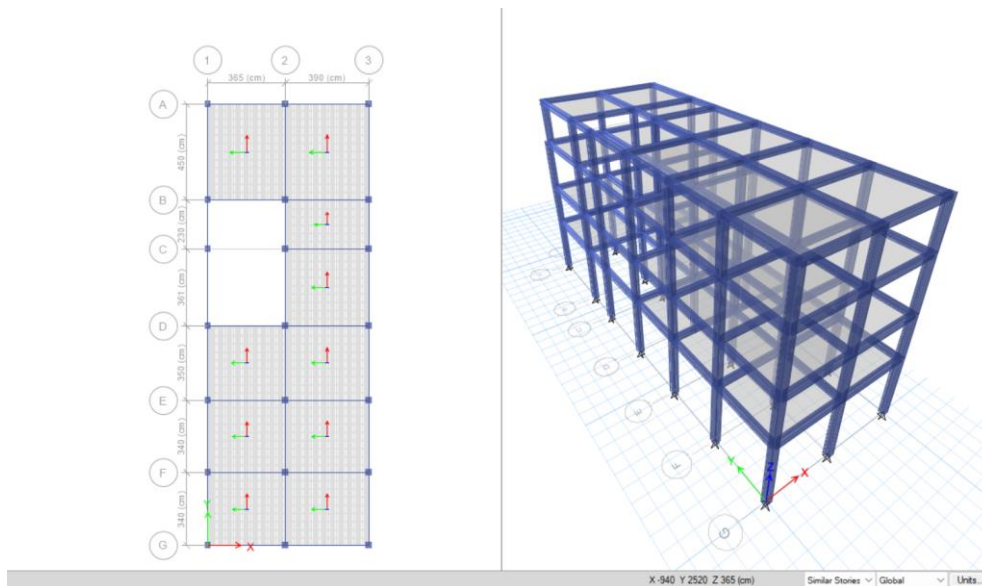


Figura 47: Ejes locales actualizados en losas.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se procede a realizar crear la carga muerta, carga por sismo, y sobre carga de tabiquería

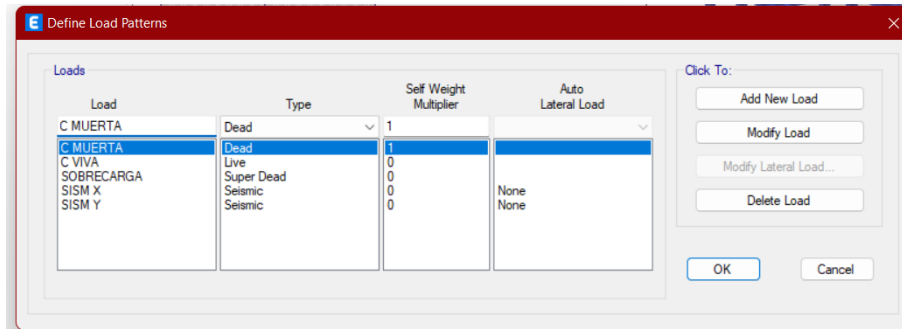


Figura 48: Definición de cargas.

Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Se crea la combinación de carga para cada uno de los diseños

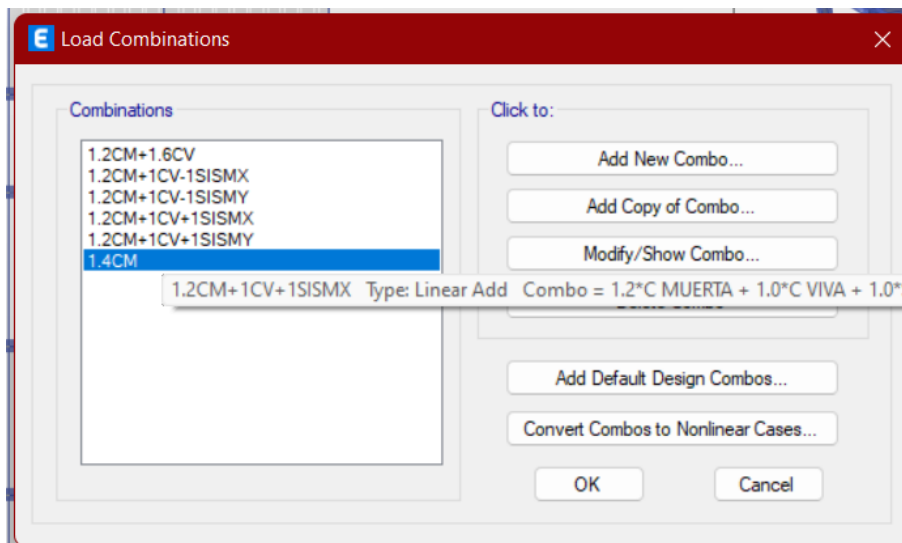


Figura 49: Combinacion de cargas.

Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Configuramos el espectro de diseño con respecto a nuestra normativa

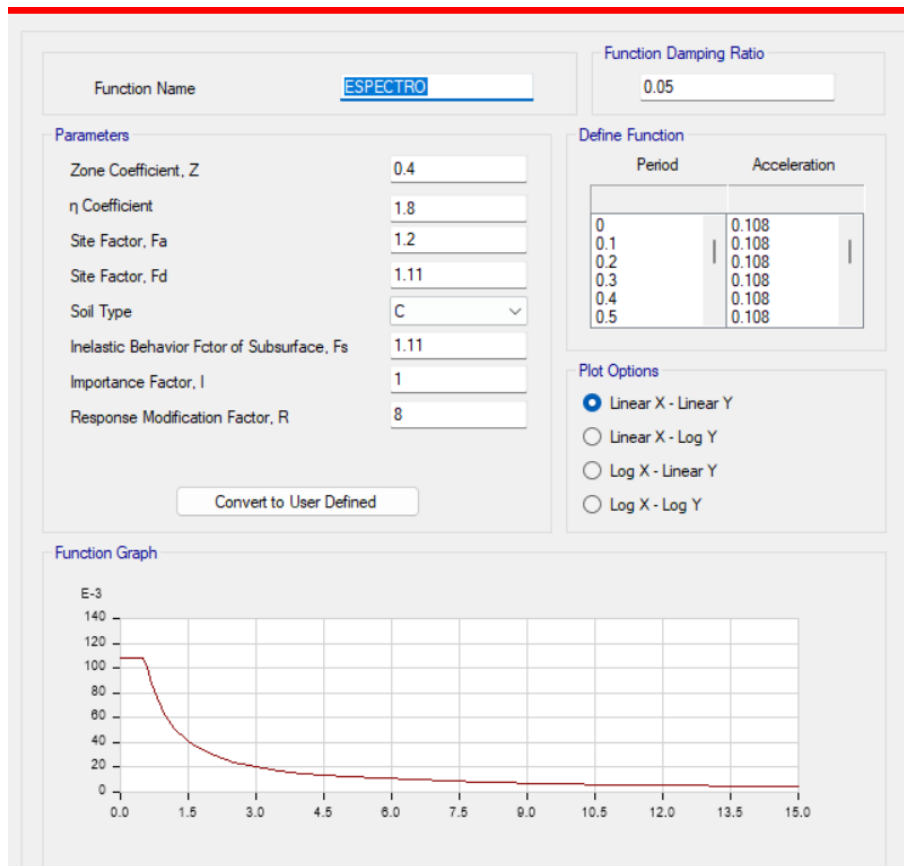


Figura 50: Espectro de diseño.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Concuerda con la tabla laborada

Se configura la respuesta espectral con respecto al espectro de respuesta considerando en cada uno de los ejes el 100% y para gravitacional $2/3$

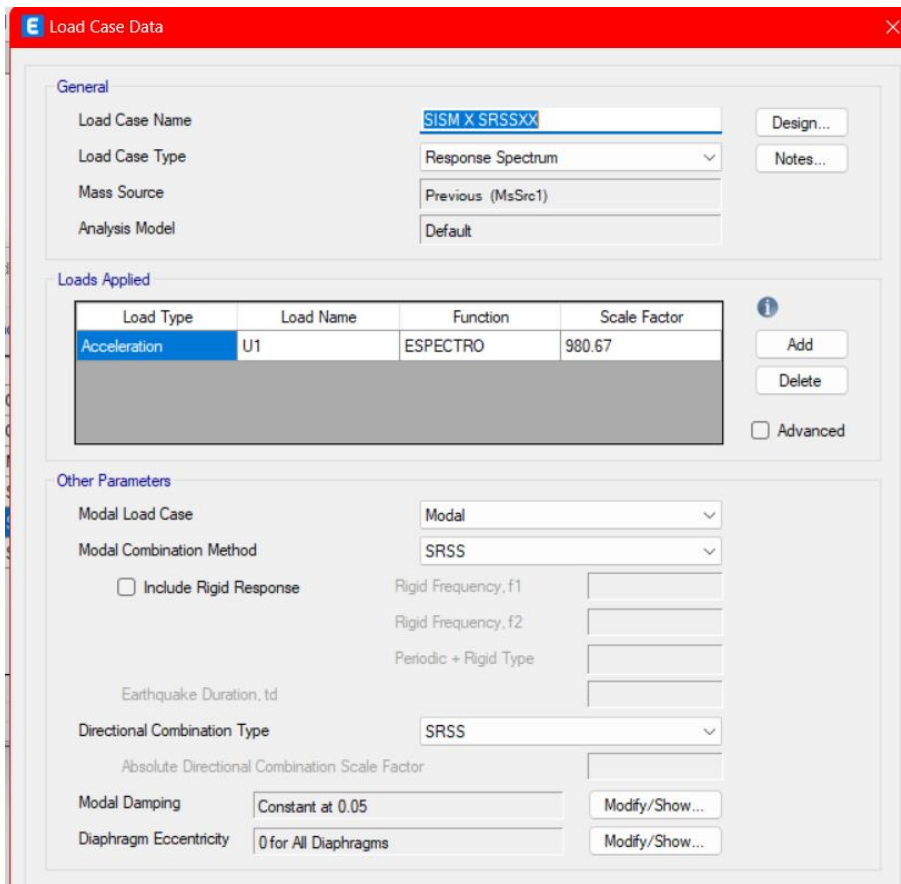


Figura 51: Configuración del espectro de diseño X.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

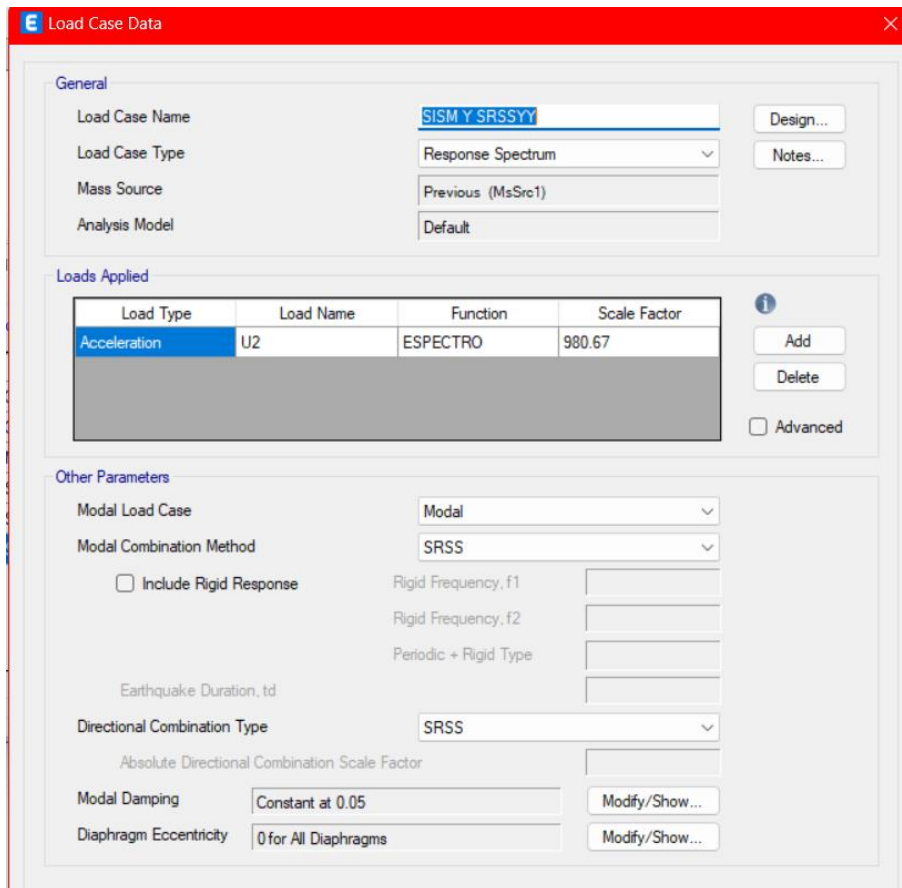


Figura 52: Configuración del espectro de diseño X.

Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

Se agregan las cargas correspondientes a la losa nervada para que distribuya los esfuerzos a vigas y columnas

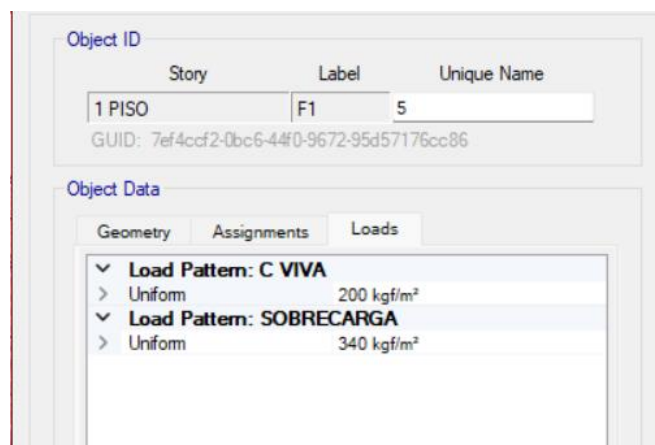


Figura 53: Cargas en losas.

Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

Se verifica que los datos estén ingresados de manera correcta para poder obtener los momentos y fuerza de corte

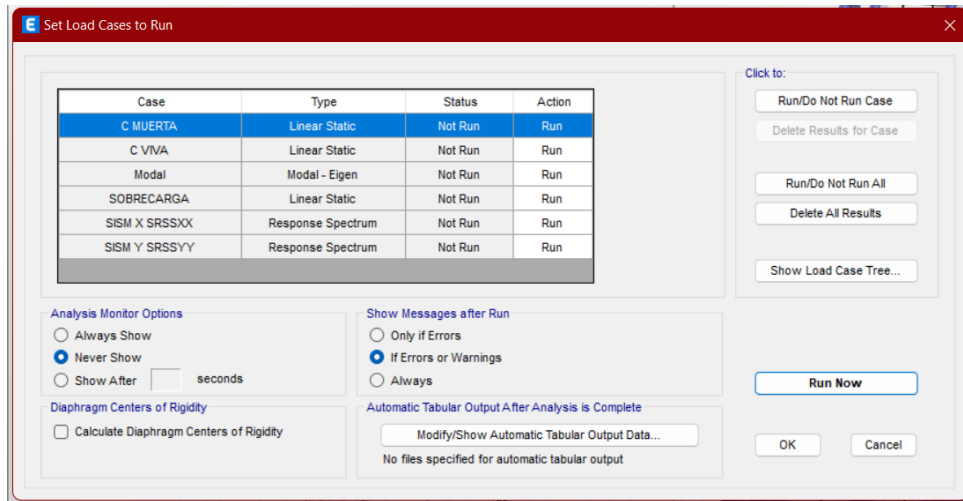


Figura 54: Ejecucion del analisis.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se hace un análisis visual en primera instancia para confirmar que las fuerzas actuantes estén distribuyéndose de manera correcta

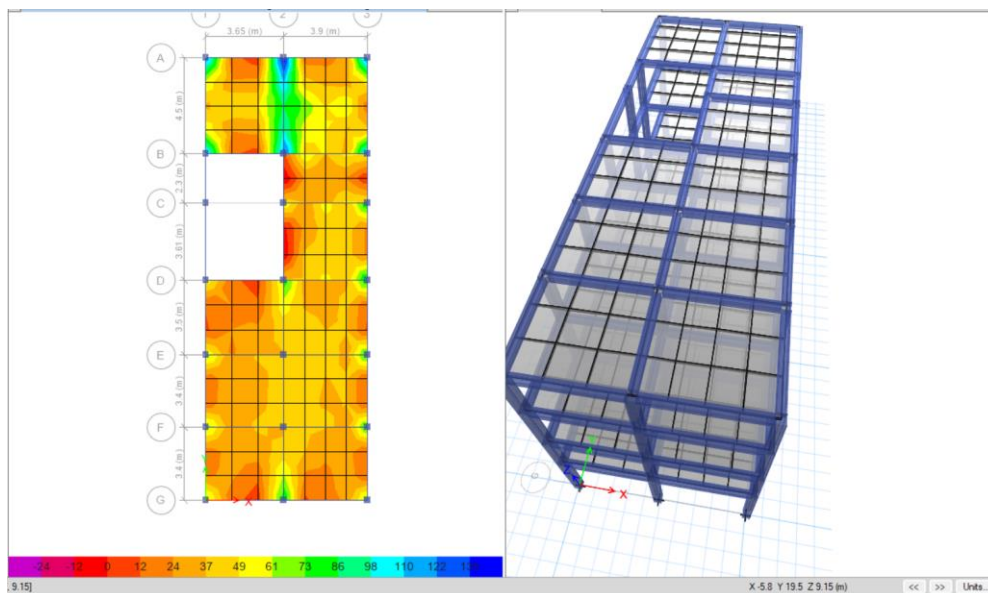


Figura 55: Distribucion de cargas a vigas y columnas.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se puede observar que existe mayores cargas en dirección a las columnas, es decir que la losa y las vigas están transmitiendo los pesos distribuidos de manera correcta.

Análisis de Momentos

Para cargas gravitacionales mantenemos la combinación que se muestra en la figura

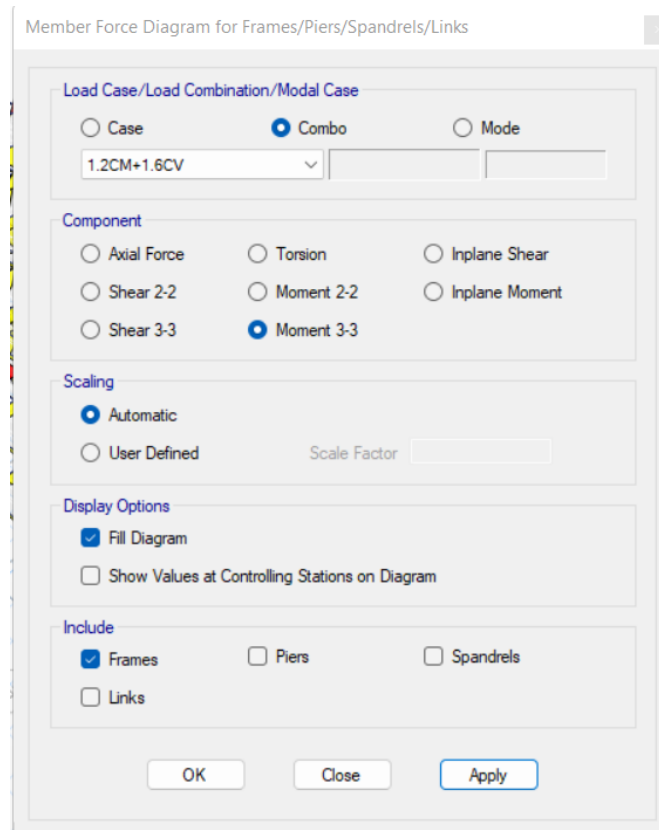


Figura 56: Momentos para cargas gravitacionales.

Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

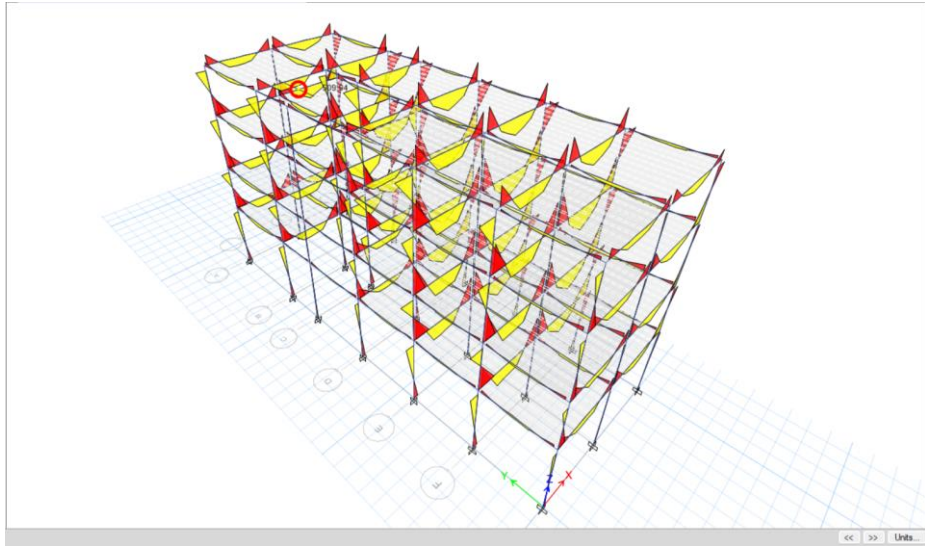


Figura 57: Diagramas de momentos en vigas.

Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

Se confirma que la losa nervada está distribuyendo las fuerzas paralelas al eje Y.

Se selecciona la viga con mayor luz para realizar el análisis y verificar con el software si el acero de refuerzo proporcionado es el indicado.

En este caso es la viga E tramo 2-3

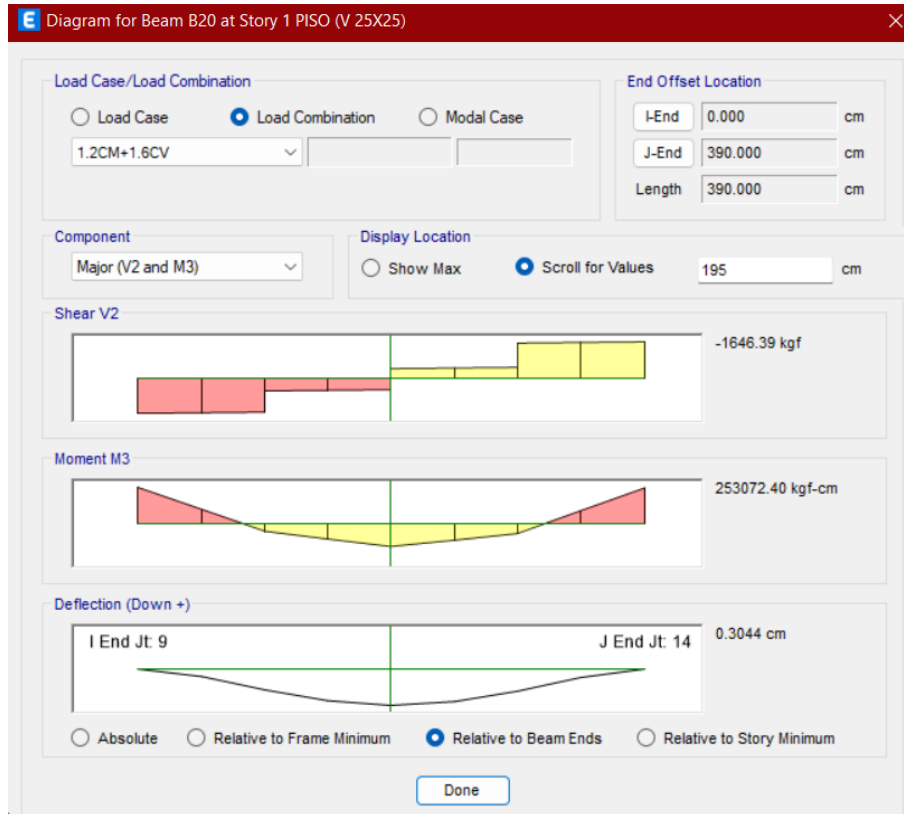


Figura 58: Momento ultimo en viga F tramo 2-3.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Se usa la siguiente fórmula para el cálculo de acero

Para el despeje de K tenemos la siguiente formula de equilibrio

$$k = \frac{Mu}{0.9 * f'c * b * d^2}$$

$$k = \frac{253072.40 \text{ kg} * \text{cm}}{0.9 * 259 \text{ kg/cm}^2 * 25 \text{ cm} * 20.85 \text{ cm}^2}$$

$$k = 0.89 \text{ kg}$$

$$w = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * k}}{1.18}$$

$$w = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * 0.129}}{1.18}$$

$$w = 0.1066$$

Cálculo de la cuantía

$$\rho = w \frac{f'c}{Fy}$$

$$\rho = 0.1406 \frac{259kg/cm^2}{4200kg/cm^2}$$

$$\rho = 6.57_{x10^{-3}}$$

Cantidad de acero

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 8.67_{x10^{-3}} * 25cm * 20.85cm$$

$$As = 3.42 cm^2$$

Se obtienen resultados similares

Design Moment and Flexural Reinforcement for Moment, M_{u3}						
	Design Moment kgf-cm	Design P_u kgf	-Moment Rebar cm ²	+Moment Rebar cm ²	Minimum Rebar cm ²	Required Rebar cm ²
Top (+2 Axis)	-515041.25	0	8.05	0	1.67	8.05
Bottom (-2 Axis)	257520.63	0	0	3.66	1.67	3.66

Figura 59: Acero longitudinal en vigas.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Con las dimensiones de la viga y datos obtenidos por ensayos de laboratorio se realiza el cálculo de Acero mínimo y máximo.

Para el acero mínimo se tienen las siguientes dos fórmulas,

$$As = \frac{0.80 * \sqrt{f'c} * b * d}{Fy}$$

$$A_s = \frac{0.80 * \sqrt{\frac{259kg}{cm^2}} * 25cm * 20.85cm}{4200 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$A_s = 1.59cm^2 < 4.52 cm^2 \text{ Cumple}$$

$$A_s = \frac{14 * 25cm * 20.85cm}{4200 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$A_{smin} = 1.73cm^2$$

Se selecciona el que tenga mayor cantidad de Acero

Para el cálculo del Acero Máximo se debe obtener la cuantía balanceada con la siguiente formula

$$\rho_b = 0.85 * \beta * \frac{f'_c}{F_y} * \frac{0.003}{\frac{F_y}{E_s} + 0.003}$$

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 * \frac{259 \frac{kg}{cm^2}}{4200 \frac{kg}{cm^2}} * \frac{0.003}{\frac{4200 \frac{kg}{cm^2}}{2100000 \frac{kg}{cm^2}} + 0.003}$$

$$\rho_b = 0.0267$$

Cuantía Máxima

$$\rho_{max} = 0.5 * \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0.5 * 0.0267$$

$$\rho_{max} = 0.0133$$

Acero Máximo

$$As_{max} = \rho_{max} * b * d$$

$$As_{max} = 0.0133 * 25cm * 20.85cm$$

$$As_{max} = 6.932cm^2 > 4.52cm^2 \text{ Cumple}$$

Para el Acero a flexión se escogen 2 varillas de 5/8" y 1 varilla de 1/2" dando una cantidad de acero de 5.27 cm² con un espaciamiento de 7 cm entre varillas y por normativa siempre debe ir acero a compresión se usará 2 varillas de 1/2" dando 2.28cm², ver figura 60.

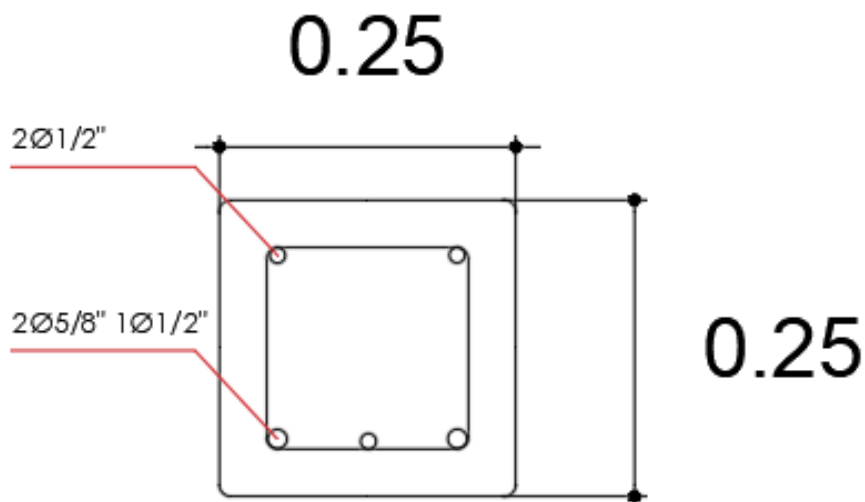


Figura 60: Seccion de viga.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

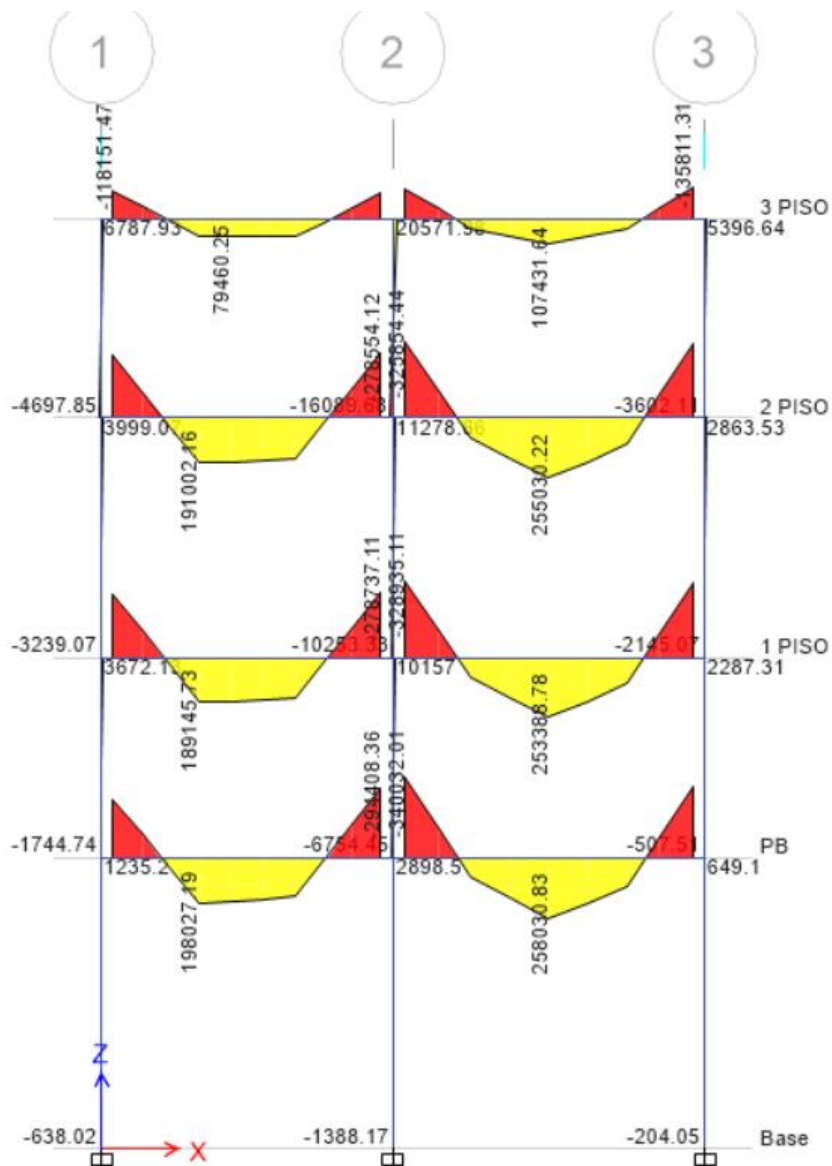


Figura 61: Sección de vigas elevación F.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Acero de refuerzo en pórticos F'c 259kgf/cm²

Tabla 27: Acero en vigas pórtico F, 259kg/cm².

Nivel	Sección	Fy (kg/cm ²)	d (cm)	f'c (kg/cm ²)	b (cm)	L (cm)
Cubierta	V1	4200	20.85	259	25	365
	V2	4200	20.85	259	25	390
2 Piso	V3	4200	20.85	259	25	365

	V4	4200	20.85	259	25	390
1 Piso	V5	4200	20.85	259	25	365
	V6	4200	20.85	259	25	390
PB	V7	4200	20.85	259	25	365
	V8	4200	20.85	259	25	390

M + (kgf-cm)	k	w	p	As (cm2)
78870.75	0.031	0.032	0.002	1.020
107431.64	0.042	0.044	0.003	1.399
183093.75	0.072	0.076	0.005	2.432
255030.22	0.101	0.107	0.007	3.455
181906.45	0.072	0.075	0.005	2.415
253388.78	0.100	0.107	0.007	3.431
185095.59	0.073	0.077	0.005	2.460
258028.95	0.102	0.109	0.007	3.499

Elaborado por: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Tabla 28: Acero de refuerzo en pórticos $f'c$ 240f/cm².

Nivel	Sección	Fy (kg/cm2)	d (cm)	f'c (kg/cm2)	b (cm)	L (cm)
Cubierta	V1	4200	20.85	240	25	365
	V2	4200	20.85	240	25	390
2 Piso	V3	4200	20.85	240	25	365
	V4	4200	20.85	240	25	390
1 Piso	V5	4200	20.85	240	25	365
	V6	4200	20.85	240	25	390
PB	V7	4200	20.85	240	25	365
	V8	4200	20.85	240	25	390

M + (kgf-cm)	k	w	p	As (cm2)
78870.75	0.034	0.034	0.002	1.021
107431.64	0.046	0.047	0.003	1.402
183093.75	0.078	0.082	0.005	2.441
255030.22	0.109	0.117	0.007	3.475
181906.45	0.077	0.081	0.005	2.425
253388.78	0.108	0.116	0.007	3.451
185095.59	0.079	0.083	0.005	2.469
258028.95	0.110	0.118	0.007	3.519

Elaborado por: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Diseño por corte

Uno de los primeros pasos es realizar una verificación del cortante máximo que resiste la viga en función a las dimensiones de la misma, se cuenta con la siguiente formula expresada en MPa

$$V_{max} = \phi * \left(\frac{1}{6} * \sqrt{f'c} * b * d + \frac{2}{3} * \sqrt{f'c} * b * d \right)$$

Reemplazando

$$V_{max} = 0.75 * \left(\frac{1}{6} * \sqrt{25.4MPa} * 0.25m * 0.2085m + \frac{2}{3} * \sqrt{25.4MPa} * 0.25m * 0.2085m \right)$$

$$V_{max} = 0.16MN \rightarrow V_{max} = 164.2kN$$

$$164200N > 51422.77N$$

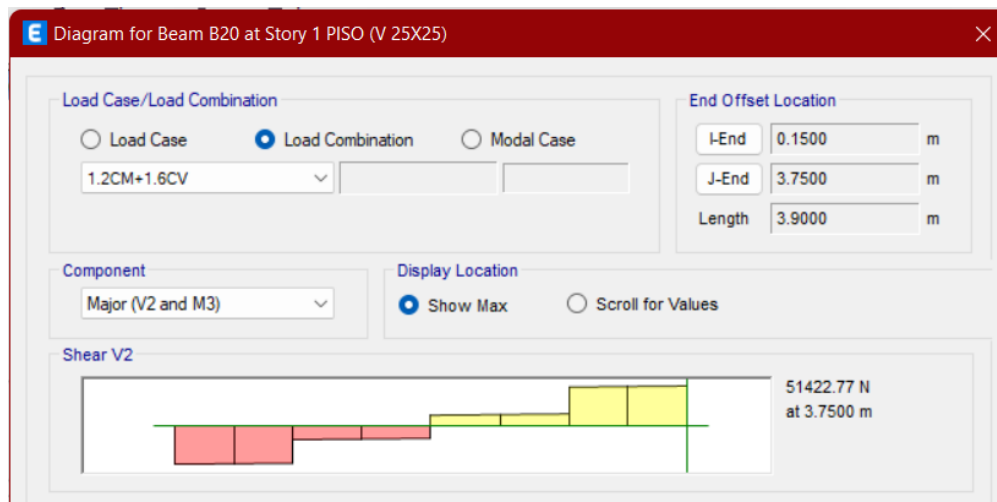


Figura 62: Diseño a corte.

Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

Con esto podemos constatar que nos encontramos en el rango óptimo para cortante.

Cortante limite sin requerimiento de refuerzo transversal se encuentra dada por la siguiente expresión en MPa.

Análisis del Hormigón con el 2% de fibra de vidrio

$$\frac{1}{2} * \phi * V_c = \frac{1}{2} * 0.75 * \frac{\sqrt{f'c}}{6} * b * d$$

$$\frac{1}{2} * \phi * V_c = \frac{1}{2} * 0.75 * \frac{\sqrt{25.4MPa}}{6} * 0.25 * 0.2085$$

$$\frac{1}{2} * \phi * V_c = 0.016MN \rightarrow 16000N$$

La viga puede soportar un 31% de las fuerzas de corte sin necesidad de usar estribos con la incorporación de la fibra de vidrio, ver figura 63.

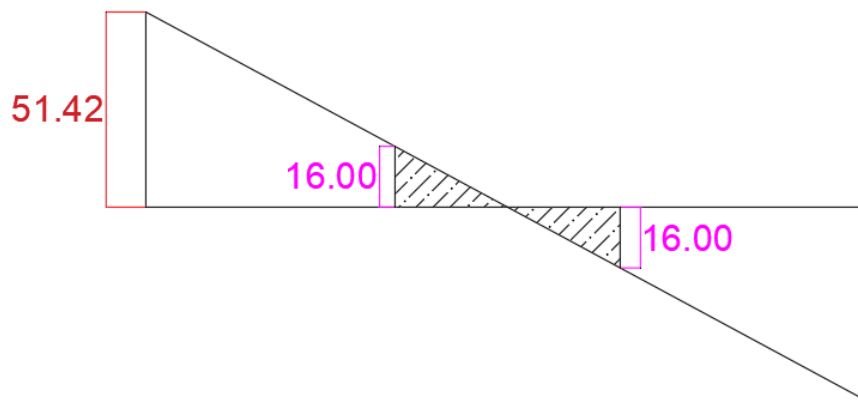


Figura 63: Resistencia al corte proporcionada por el hormigón.
Elaborado: Tapia Puentes & Parra Lojan, 2023

Esto indica que si se incrementa la cantidad de fibra de vidrio se obtiene una mayor reducción en estribos.

Se encuentra la ubicación donde el acero transversal no es requerido

Cálculo de Área de Acero

Para el cálculo de área de acero se consideran las siguientes formulas obtenidas de la NEC-SE-HM.

Resistencia al corte proporcionado por el acero (V_n)

$$V_s = \frac{V_u - (\phi * V_c)}{\phi}$$

Vu: Cortante ultimo

Vc: Resistencia al corte proporcionado por el concreto

Φ : Factor de reducción

Mantenemos incognitas al momento de resolver y para ello se usa lo siguiente

Cortante ultimo por gravedad:

$$Vu_{grav} = \frac{5M}{L}$$

El momento que se obtiene es el proporcionado por el diseño de la combinación de cargas.

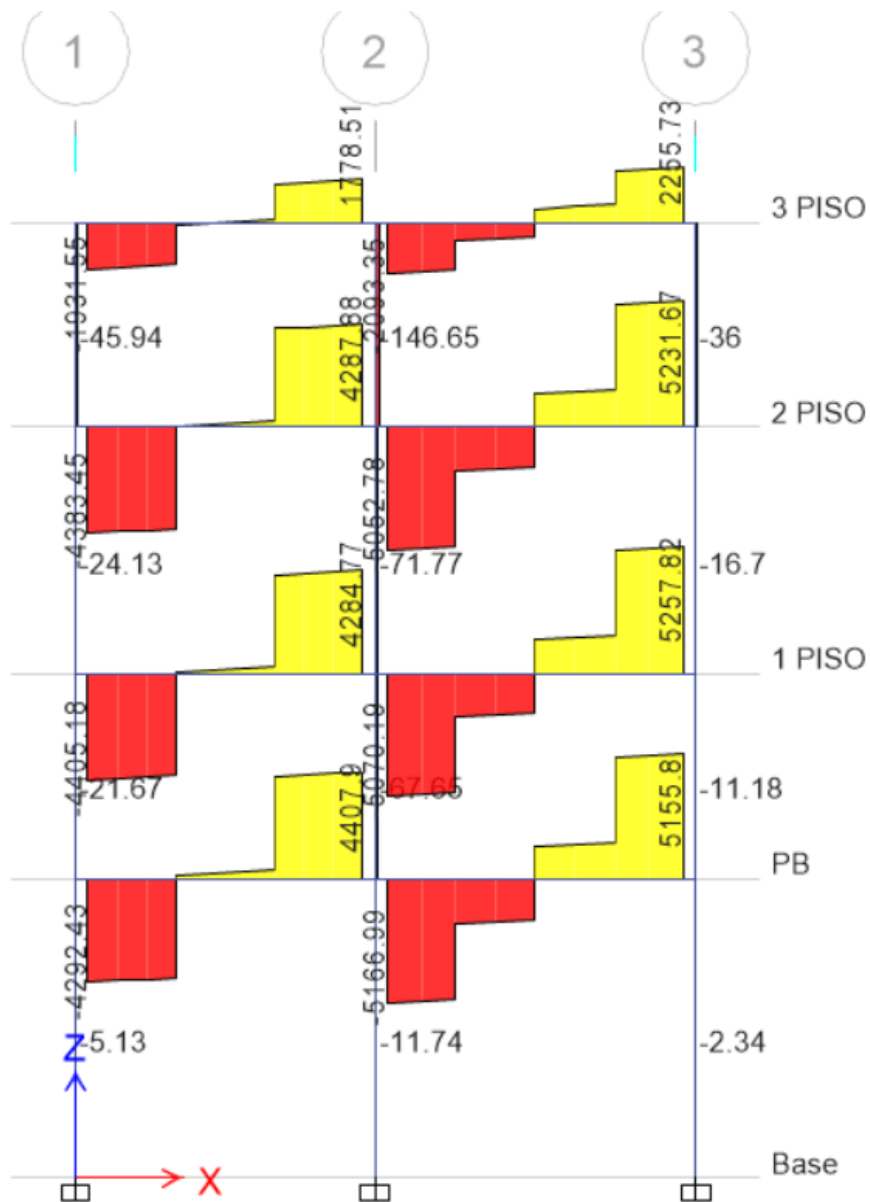


Figura 64: Diseño a corte.

Elaborado: Tapia Puento & Parra Lojan, 2023

$$Vu_{grav} = \frac{5 * 328932.11 \text{ kg} - \text{cm}}{390\text{cm}}$$

$$Vu_{grav} = 4217.078$$

Momento probable:

$$M_{pr} = 1.25 * A_s * F_y * \left(d - \frac{1.25 * A_s * F_y}{1.7 * f_c * b} \right)$$

Reemplazamos.

$$M_{pr} = 1.25 * 6.1 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2 \dots * \left(20.85 \text{ cm} - \frac{1.25 * 6.1 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{1.7 * 259 \text{ kg/cm}^2 * 25 \text{ cm}} \right)$$

$$M_{pr} = 574548.35 \text{ kg} - \text{cm}$$

Resistencia al corte que aporta el concreto:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{259 \text{ kg/cm}^2}$$

$$V_c = 4446.02 \text{ kg}$$

Cortante ultimo por envolvente:

$$V_u = \frac{2M_{pr}}{L} + V_{grav}$$

$$V_u = \frac{2 * 574548.35 \text{ kg} - \text{cm}}{390 \text{ cm}}$$

$$V_u = 7163.51862 \text{ kg}$$

Resistencia al corte proporcionado por el acero:

En la siguiente tabla se puede observar el diseño de corte para las vigas principales en la sección F, ya que esta cuenta con mayores cargas.

Resistencia a la compresión 259 kg/cm²

Tabla 29: Acero para resistencia al corte f'c 259 kgf/cm².

Nivel	Sección	As (cm ²)	Fy (kg/cm ²)	d (cm)	f'c (kg/cm ²)	b (cm)
Cubierta	V1	2.1	4200	20.85	259	25
	V2	2.31	4200	20.85	259	25

2 piso	V3	4.81	4200	20.85	259	25
	V4	5.46	4200	20.85	259	25
1 piso	V5	5.43	4200	20.85	259	25
	V6	6.1	4200	20.85	259	25
PB	V7	5.45	4200	20.85	259	25
	V8	6.51	4200	20.85	259	25

L (cm)	Mpr (kgf-cm)	M - (kgf-cm)	M + (kgf-cm)	Vp (kgf)	Vgrav (kgf)
365	218828.72	118151.47	78870.75	539.79	1618.51
390	239496.92	135811.31	107431.64	623.70	1741.17
365	468582.42	278554.12	183093.75	1264.79	3815.81
390	523017.76	325854.44	255030.22	1489.45	4177.62
365	520551.94	278737.11	181906.45	1262.04	3818.32
390	574548.36	328935.11	253388.78	1493.14	4217.12
365	522196.32	294408.36	185095.59	1313.71	4032.99
390	606482.18	340032.01	258028.95	1533.49	4359.38

Vu (kgf)	Vc (kgf)	Vs (kgf)	Av (cm2)	Av min (cm2)
2817.57	4446.02	-689.26	-0.16	0.09
2969.36	4446.02	-486.88	-0.12	0.09
6383.38	4446.02	4065.16	0.97	0.97
6859.76	4446.02	4700.33	1.12	1.12
6670.66	4446.02	4448.18	1.06	1.06
7163.52	4446.02	5105.33	1.22	1.22
6894.34	4446.02	4746.43	1.13	1.13
7469.55	4446.02	5513.38	1.31	1.31

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

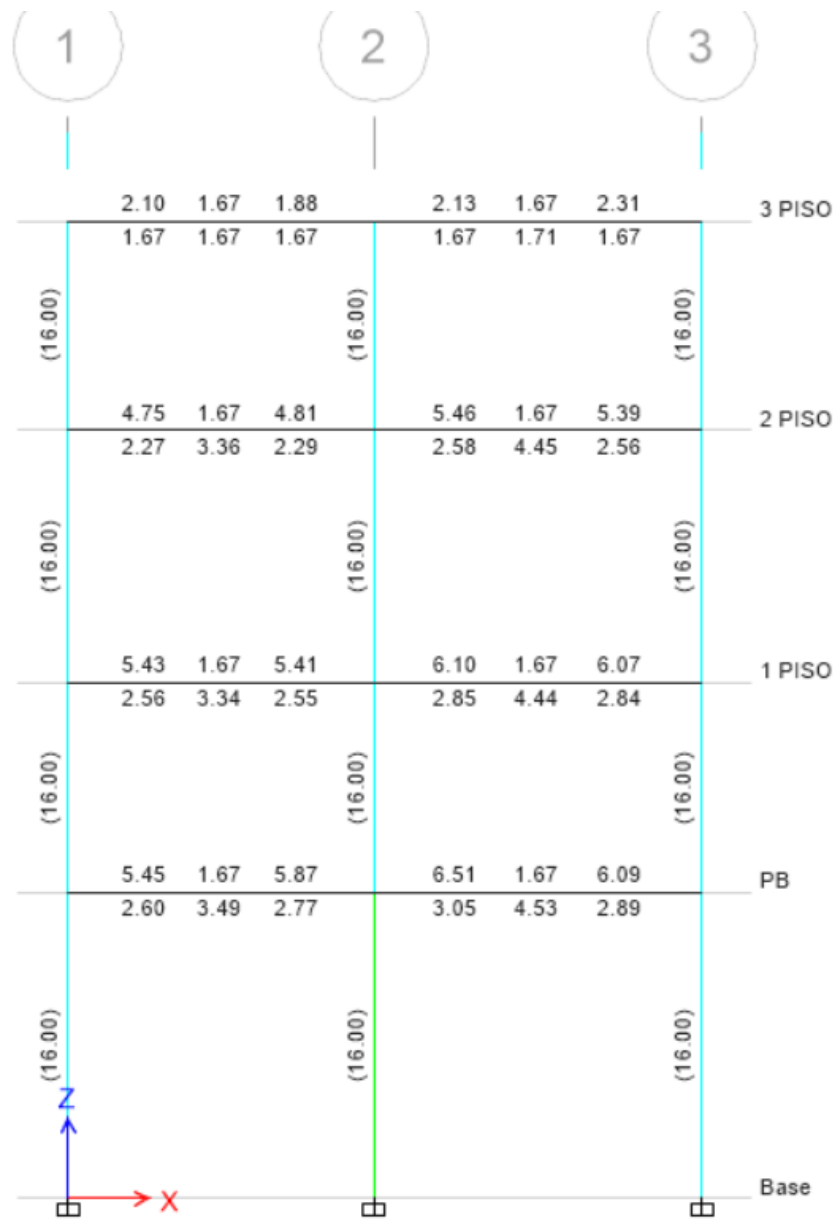


Figura 65: Acero para resistencia a flexión 259kgf/cm².

Elaborado: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

Tabla 30: Acero para resistencia al corte f'c 240 kgf/cm².

Nivel	Sección	As (cm2)	Fy (kg/cm2)	d (cm)	f'c (kg/cm2)	b (cm)
Cubierta	V1	2.1	4200	20.85	240	25
	V2	2.31	4200	20.85	240	25
2 Piso	V3	4.75	4200	20.85	240	25
	V4	5.46	4200	20.85	240	25
1 Piso	V5	5.43	4200	20.85	240	25
	V6	6.1	4200	20.85	240	25

PB	V7	5.45	4200	20.85	240	25
	V8	6.51	4200	20.85	240	25

L (cm)	Mpr (kgf-cm)	M - (kgf-cm)	M + (kgf-cm)	Vp (kgf)	Vgrav (kgf)
365	217954.52	118151.47	78870.75	539.79	1618.51
390	238439.13	135811.31	107431.64	623.70	1741.17
365	458978.35	278554.12	183093.75	1264.79	3815.81
390	517108.17	325854.44	255030.22	1489.45	4177.62
365	514707.10	278737.11	181906.45	1262.04	3818.32
390	567172.17	328935.11	253388.78	1493.14	4217.12
365	516308.35	294408.36	185095.59	1313.71	4032.99
390	598081.12	340032.01	258028.95	1533.49	4359.38

Vu (kgf)	Vc (kgf)	Vs (kgf)	Av (cm2)	Av min (cm2)
2812.78	4279.84	-529.46	-0.13	0.09
2963.94	4279.84	-327.93	-0.08	0.09
6330.76	4279.84	4161.17	0.99	0.99
6829.46	4279.84	4826.10	1.15	1.15
6638.63	4279.84	4571.67	1.09	1.09
7125.69	4279.84	5221.08	1.24	1.24
6862.08	4279.84	4869.60	1.16	1.16
7426.47	4279.84	5622.12	1.34	1.34

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

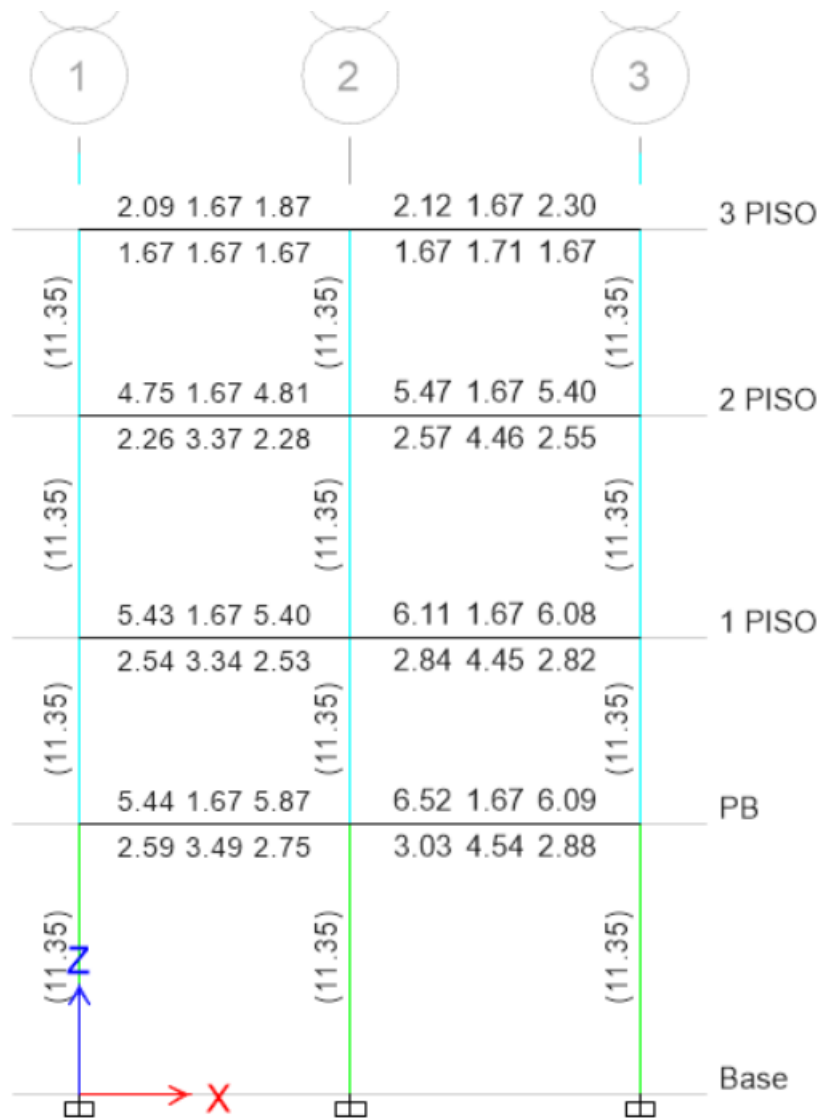


Figura 66: Acero para resistencia a flexión 240kgf/cm².

Elaborado: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

Mediante la sumatoria por cortante se logra evidenciar que se redujo 730,42 kgf en toda la estructura que representa un 1% del total, su aporte de resistencia al corte es muy pobre para lo que se estimó.

Diseño a corte en columnas:

Se obtienen los momentos nominales mediante el diagrama de interacción obtenido por el programa ETABS con la combinación de carga por gravedad.

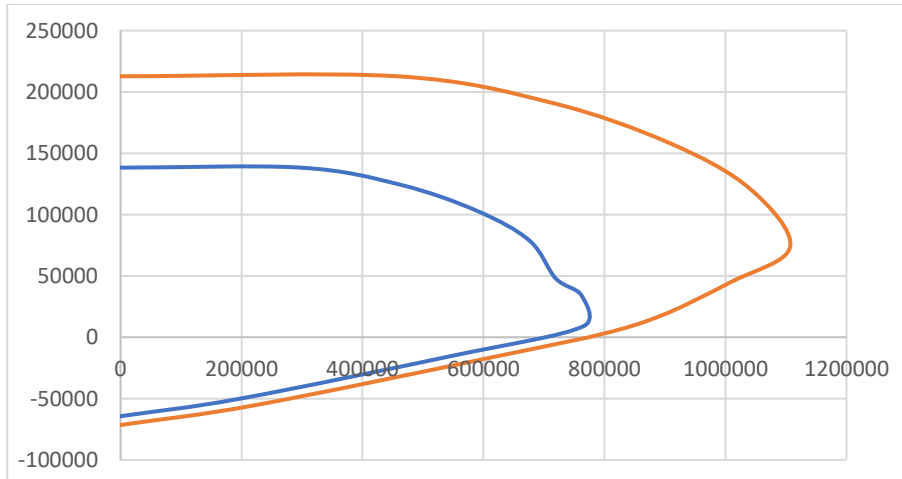


Figura 67: Diagrama de interacción de la columna.

Elaborado: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

El cortante gravitacional para la columna es de:

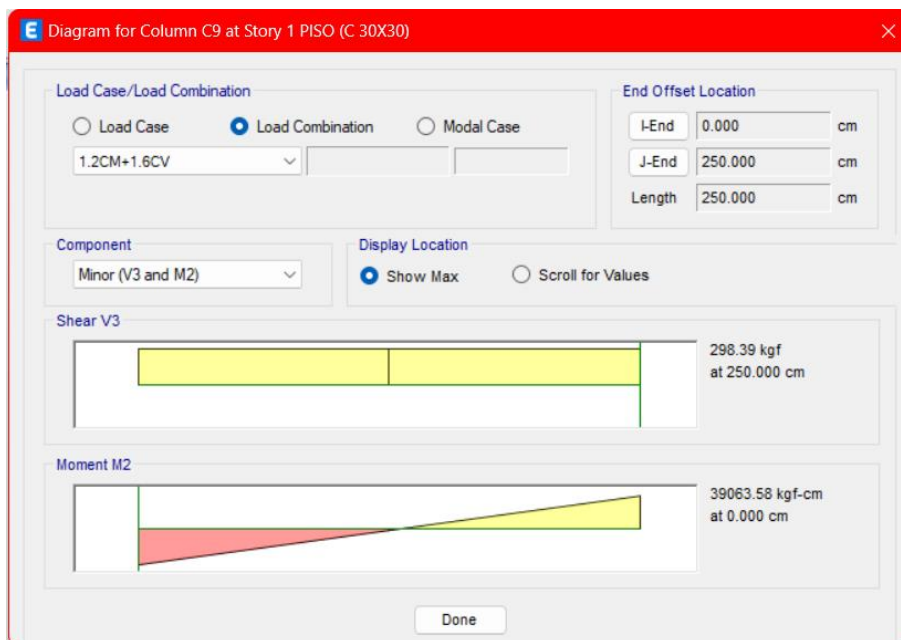


Figura 68: Cortante por gravedad

Elaborado: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

Se realizan los cálculos:

$$Vu = \frac{2 * Mn}{L_{col}}$$

$$Vu = \frac{2 * 1106842.93kg - cm}{365cm}$$

$$V_{upr} = 6064.9 kg$$

Para el cortante ultimo que se usará la sumatoria del cortante por gravedad más el cortante probable

$$V = Vu_{pr} + Vu_{grav}$$

$$V = 6064.9 \text{ kg} + 298.39 \text{ kg}$$

$$Vu = 6363.29 \text{ kg}$$

Resistencia al corte proporcionado por el hormigón

$$Vc = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$\phi Vc = 0.75 * 0.53 * \sqrt{259 \text{ kg/cm}^2} * 30 \text{ cm} * 25.85 \text{ cm}$$

$$\phi Vc = 4960.99 \text{ kgf}$$

Resistencia a la corte proporcionada por el acero

$$Vs = \frac{Vu + \phi * Vc}{\phi}$$

$$Vs = \frac{6363.29 \text{ kgf} - 4960.99 \text{ kgf}}{0.75}$$

$$Vs = 1869.73 \text{ kgf}$$

Tabla 31: Análisis de columnas para el diseño a cortante 259kg/cm².

Nivel	Sección	Fy (kg/cm2)	d (cm)	f'c (kg/cm2)	b (cm)	L (cm)
Cubierta	C1	4200	25.85	259	30	250
	C2	4200	25.85	259	30	250
	C3	4200	25.85	259	30	250
2 Piso	C1	4200	25.85	259	30	250
	C2	4200	25.85	259	30	250
	C3	4200	25.85	259	30	250
1 Piso	C1	4200	25.85	259	30	250
	C2	4200	25.85	259	30	250
	C3	4200	25.85	259	30	250
PB	C1	4200	25.85	259	30	365
	C2	4200	25.85	259	30	365
	C3	4200	25.85	259	30	365

Mn (kg-cm)	Vdis kg	Vmpr (kg)	Vu (kg)	Vc (kg)	Vs (kg)
676706.53	1313.72	5413.65	6727.37	4961.00	2355.17
789195.93	223.6	6313.57	6537.17	4961.00	2101.56

660094.79	1537.84	5280.76	6818.60	4961.00	2476.80
1017875.56	1063.42	8143.00	9206.42	4961.00	5660.57
528367.59	194.06	4226.94	4421.00	0.00	5894.67
988225.86	1256.68	7905.81	9162.49	4961.00	5601.99
992689.03	1619.66	7941.51	9561.17	4961.00	6133.57
466017.71	300.27	3728.14	4028.41	0.00	5371.22
1007964.01	1917.62	8063.71	9981.33	4961.00	6693.78
573413.82	455.54	3141.99	3597.53	0.00	4796.71
46590.67	84.74	255.29	340.03	0.00	453.38
587340.03	538.46	3218.30	3756.76	0.00	5009.02

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Tabla 32: Análisis de columnas para el diseño a cortante 240kg/cm².

Nivel	Sección	Fy (kg/cm2)	d (cm)	f'c (kg/cm2)	b (cm)	L (cm)
Cubierta	C1	4200	25.85	240	30	250
	C2	4200	25.85	240	30	250
	C3	4200	25.85	240	30	250
2 Piso	C1	4200	25.85	240	30	250
	C2	4200	25.85	240	30	250
	C3	4200	25.85	240	30	250
1 Piso	C1	4200	25.85	240	30	250
	C2	4200	25.85	240	30	250
	C3	4200	25.85	240	30	250
PB	C1	4200	25.85	240	30	365
	C2	4200	25.85	240	30	365
	C3	4200	25.85	240	30	365

Mn (kg-cm)	Vdis kg	Vmpr (kg)	Vu (kg)	Vc (kg)	Vs (kg)
676706.53	1313.72	5413.65	6727.37	4775.56	2602.41
789195.93	223.6	6313.57	6537.17	4775.56	2348.81
660094.79	1537.84	5280.76	6818.60	4775.56	2724.05
1017875.56	1063.42	8143.00	9206.42	4775.56	5907.82
528367.59	194.06	4226.94	4421.00	0.00	5894.67
988225.86	1256.68	7905.81	9162.49	4775.56	5849.23
992689.03	1619.66	7941.51	9561.17	4775.56	6380.81
466017.71	300.27	3728.14	4028.41	0.00	5371.22
1007964.01	1917.62	8063.71	9981.33	4775.56	6941.03
573413.82	455.54	3141.99	3597.53	0.00	4796.71
46590.67	84.74	255.29	340.03	0.00	453.38
587340.03	538.46	3218.30	3756.76	0.00	5009.02

Elaborado: Tapia Puente & Parra Lojan, 2023

Realizando el análisis se puede confirmar que la fibra de vidrio logró mejorar un 3% el diseño a corte en columnas dando un valor de 1730.70 kgf en toda la estructura. Así logramos concluir el análisis en los elementos estructurales.

Análisis Costo-Beneficio

Mediante los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio de losa, vigas y columnas podemos apreciar que el incremento a la resistencia a la compresión está en un rango de 0 - 4% por ello vamos a analizar el costo por m³ de hormigón tradicional con respecto a un hormigón con fibra de vidrio.

Dosificación del concreto

Para la obtención de un m³ de hormigón con resistencia 240 kg/cm², se usará 380 kg de cemento 0.6m³ de arena, 0,76 m³ de piedra y 170lt de agua.

Tabla 33: Análisis de precio unitario con hormigón de 240 kgf/cm².

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo total
1	Cemento tipo G1	Kg	7.6	\$ 8.40	\$ 63.84
2	Arena	m ³	0.6	\$ 16.30	\$ 9.78
3	Piedra	m ³	0.76	\$ 18.00	\$ 13.68
4	Agua	m ³	0.19	\$ 0.85	\$ 0.16
				Total de materiales	\$ 87.46

Elaborado por: Tapia Puentes & Parra Loján, 2023

Para el concreto con fibra de vidrio utilizaremos la misma dosificación y tomando en cuenta el porcentaje más favorable para la resistencia a la compresión.

El incremento en el costo del hormigón se eleva un 52,91% ya que el costo de fibra de vidrio por kg es de 0,89 dólares.

Tabla 34: Análisis de precio unitario de hormigón con fibra de vidrio.

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo total
1	Cemento tipo G1	Kg	7.6	\$ 8.40	\$ 63.84
2	Arena	m3	0.6	\$ 16.30	\$ 9.78
3	Piedra	m3	0.76	\$ 18.00	\$ 13.68
4	Agua	m3	0.19	\$ 0.85	\$ 0.16
5	Fibra de vidrio	kg	52	\$ 0.89	\$ 46.28
Total, de materiales					\$ 133.74

Elaborado por: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

CONCLUSIONES

Durante los ensayos de resistencia a compresión la fibra de vidrio no presento problemas como agregado, ni cambio las dosificaciones, el uso de estas fibras es de fácil aplicación.

Para obtener los resultados altos de resistencia con añadido de fibra de vidrio con un hormigón de 240 kg/cm², se tomaron las pruebas de toma, cura y rotura donde obtuvimos resultados de 259 kg/cm² a los 28 días siendo este su mayor resistencia a la compresión.

Para elementos estructurales sometidos a flexión su incremento es de 1% en su resistencia, si se incrementa más el porcentaje de fibra de vidrio su comportamiento es favorable, pero se sigue manteniendo el criterio más importante la Ductilidad de los elementos que nos indica que para hormigón armado primero debe fallar el acero.

Con la presente investigación se verifica que el incremento de la resistencia a la compresión es de 8% pero para el diseño a corte el incremento no es significativo para la inversión y el uso de fibra de vidrio

RECOMENDACIONES

Como recomendación obtener un mejor curado a los cilindros de hormigón para poder tener unas mejores resultas a la resistencia a la compresión, realizar diferentes estudios con más agregados para obtener así una mejor trabajabilidad.

Se recomiendo realizar el mezclado de los agregados para obtener una mezcla homogénea, para lograr tener una buena consistencia y poder verter la fibra de vidrio adecuadamente en el hormigón.

Mediante el análisis estructural de las losas, vigas y columnas se evidencia que el porcentaje de incremento es del 0% a 4% la cual no aporta suficiente resistencia como se esperaba, por ello es preferible mantener la construcción tradicional hasta realizar nuevos ensayos con mayores porcentajes de fibra de vidrio.

Según la evaluación costo-beneficio del hormigón tradicional y con fibra de vidrio podemos deducir que existe un incremento de \$46.28 por metro cubico de hormigón y con lo antes mencionado se recomienda conservar el concreto armado tradicional para evitar cargos adicionales a la obra.

Finalmente se sugiere realizar diferentes tipos de investigación con fibra de vidrio para diferentes edificaciones con el fin de fomentar distintos métodos constructivos para obtener un mejoramiento en los diferentes esfuerzos que están sometidos los elementos estructurales.

4 Bibliografía

- Tejada Abanto, E. G., & Salvatierra Oruna, L. F. (2019). *Efecto de la fibra de vidrio Tipo E sobre la resistencia a la compresión*. TRUJILLO-PERÚ.
- 318, C. A. (2015). *Requisitos de Reglamento*. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- ACI318. (2018). *Hormigón Armado*. Washintong: ACI.
- Aguirre, H. (2018). *Estructuras Aporticadas de Hormigón Armado que Colapsaron en el Terremoto del 16 de Abril de 2016 en Tabuga*. Quito: Revista Politecnica vol. 42.
- Alvarez, C. J. (2017). *Comportamiento mecánico del hormigón con fibra de vidrio*. Valdivia : Universidad Austral de Chile.
- Barrientos Monsalve, E. J. (2020). *Comportamiento del concreto ante la fibra y la ceniza volcanica*. Bucaramanga.
- Blanc, F. S. (2020). “ESTUDIO DE VERMICULITA COMO ÁRIDO PARA ELABORAR HORMIGONES DE BAJA DENSIDAD Y AISLANTE TERMICO”. GUAYAQUIL.
- Broto, C. (2008). *Tratado Broto de Construcción. Patología de los*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Cabezas, R. M. (2019). *Mejoramiento del proceso de producción de losas alveolares bajo metodología Lean Six Sigma en la empresa pública cementera EPCE*. Riobamba.
- Camargo Gaona, L., & Guaminga Micho, J. (2019). *Evaluación técnica económica del diseño entre losa nervada y losa con placa colaborante de una estructura de cinco plantas y un subsuelo ubicado en el sector Agua Clara, al norte de la ciudad de Quito*. Quito .
- Chiluiza, J. R. (2018). *Hormigones de alta resistencia utilizando agregados del sector de pifo*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- CHULIA, A. I. (2010). *DISEÑO, SEGÚN ESTADOS LÍMITES, DE*. VALENCIA.
- Ciceron. (30 de Marzo de 2021). *Propiedades químicas del cemento*. Obtenido de <https://cetesa.com.co/blog/2021/03/30/>
- Coca, F. A. (2019). *Comparación de losas macizas de hormigón mediante dos enfoques*. Bolivia.

- Cordero, Á. F. (2018). *EL HORMIGÓN: HISTORIA, ANTECEDENTES EN OBRAS Y FACTORES*. Madrid: UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO.
- Coronel Garzón, J. L., & Rodríguez Castillo, P. A. (2016). *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS CEMENTICIAS CON LA*. Guayaquil .
- Coronado, J. (2020). *Efecto del costo y la resistencia en el diseño del concreto de $F'c=210$ kg/cm²*. Tarapoto: Universidad Nacional San Martín.
- Geotecnia, D. d. (19 de 07 de 2021). *Diccionario de Geotecnia* . Obtenido de <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/agregado/>
- Giler., A. M. (2018). *Norma Ambiental*. Quito: Constitución del Ecuador.
- gransa, g. (2022).
- Guerrero, B. (2020). Hormigón Armado aplicado a estructuras Navales. *Ingrid Barbera*, 72.
- Hormigón, F. I. (2020). *El Concreto en la Práctica*. 3.
- Huaccha, A. H. (2019). *“COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO DE LOSAS ARMADAS EN DOS DIRECCIONES*. Cajamarca .
- Intriago, D., & Quiroz, B. (2022). *CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL Y HORMIGÓN CON CENIZA VOLCÁNICA Y FIBRA DE VIDRIO*. GUAYAQUIL.
- Juárez, J. A. (2013). *Apuntes de Hormigón Armado*. Alicante: Escuela Politécnica Superior Alicante.
- Loja, M. (2018). *Investigación de las principales tecnologías*. Cuenca : Universidad de Cuenca.
- López, R. (2015). *Concreto Tomo 2. Diseño de Mezclas*. México: Fondo editorial CG.
- Maldonado, T. (2018). *arquitectura indígena: fundamentos para la generación de una arquitectura contemporánea*. CHILE: UNIVERSIDAD DE SANTA FE.
- Montenegro Coronel, H. M., & Quispe Ayala, A. R. (2019). *Diseño de Pavimento Rígido Reforzado con Fibra de Vidrio en la Avenida*. LIMA.
- Moreno, M. T. (2019). *Componentes del hormigón*.

- Muñoz, A. (2018). *Comportamiento mecánico del hormigón*. Chile: Universidad Austral de Chile.
- NEC. (2015). *NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN*.
- NEC-SE-CG. (2014). *NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN*. QUITO: NEC.
- Pereira, M. (0 de junio de 2021). *Tipos de losas de hormigón: ventajas y desventajas*. Obtenido de <https://www.archdaily.cl/cl/921723/tipos-de-losas-de-hormigon-ventajas-y-desventajas>
- Quizanga Martínez, D., Lema Narváez, Sairy Patricio, S., & Méndez Estévez, Jessica Paola, J. (2019). *Determinación del desempeño de estructuras aporricadas de hormigón armado con y sin mampostería en la ciudad de Quito*. Quito.
- Rahan, T. A. (2019). *Evolucion del conocimiento del hormigon estructural*. Madrid : Universidad Politécnica de Madrid.
- Rodríguez, N. L. (2021). *Diseño a flexión de elementos de hormigón reforzado con varillas corrugadas de fibra de vidrio*. Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Rodríguez, S. R. (2021). *Estudio comparativo de los hormigones reforzados con fibra de Vidrio y con fibra de poliolefina*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Sadhvani, L. S. (2019). *Fibra de Vidrio*. Complutense: Universidad de Complutense.
- Segura, V. E. (2018). *Comportamiento Losa en una dirección*.
- Tejada Abanto, E. G., & Salvatierra Oruna, L. F. (2019). *Efecto de la fibra de vidrio Tipo E sobre la resistencia a la compresión*,. TRUJILLO-PERÚ.
- VERA, K. A. (2021). *DISEÑO DE HORMIGON NO TRADICIONAL*. GUAYAQUIL – ECUADOR.
- Villao, M. K. (2021). *Análisis, diseño y comparación Técnica y económica entre una vivienda de hormigón armado y una de muros portantes*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Yarasca Colca, D. A. (2021). *“INFLUENCIA EN EL CAMBIO DE SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSAS CONVENCIONALES A PRELOSAS EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR LIBERPARK – CIUDARIS”*. HUANCAYO.

ANEXOS

Anexo 1: Toma de revenimiento de hormigón con fibra de vidrio.



Elaborado por: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

Anexo 2: Toma de cilindros de hormigón.



Elaborado por: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

Anexo 3: Cura de cilindros de hormigón.




Elaborado por: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

Anexo 4: Rotura de cilindros de hormigón.




Elaborado por: Tapia Puente & Parra Loján, 2023

Anexo 5: Informe de prueba de hormigón.



EOP
Equipos & Pruebas S.A.
Consultores

Carretera Real
Km. 158.518 a la Costa
Telf: 3992428 - 39924800
eop@equipospruebas.com
www.equipospruebas.com




GUAYAQUIL, NOVIEMBRE 07 -2022
INFORME: 001-CHDT-2022

PARA: Ing. Luis Tapia y Ing. Juan Parra
OBRA: Proyecto de Instalación
UBIC: Prov. Del Guayas -Guayaquil

**RESISTENCIA A LA COMPRESION
CILINDROS DE HORMIGÓN**

CILINDROS	PORCENTAJE	FECHA DE	DIAS DE	ELEMENTO	AREA DE CONTACTO	REVENIMIENTO	CARGA	ESFUERZO
Mix-Toma	AGREGADO	TOMA	ROTURA	FUNDIDO	Cm ²	Cm	Kg	Kg/cm ²
1	1	0,0%	07-Noviembre	7	COLUMNAS f' c: 240,00 kg/cm ²	81,07	16	185,00
	2	0,0%	14	200,00				
	3	0,0%	28	243,00				
2	1	0,5%	07-Noviembre	7	COLUMNAS f' c: 240,00 kg/cm ²	81,07	17	190,00
	2	0,5%	14	203,00				
	3	0,5%	28	248,00				
3	1	1,0%	07-Noviembre	7	COLUMNAS f' c: 240,00 kg/cm ²	81,07	16,5	193,00
	2	1,0%	14	211,00				
	3	1,0%	28	251,00				
4	1	1,5%	07-Noviembre	7	COLUMNAS f' c: 240,00 kg/cm ²	81,07	18,0	196,00
	2	1,5%	14	214,00				
	3	1,5%	28	251,00				
5	1	2,0%	07-Noviembre	7	COLUMNAS f' c: 240,00 kg/cm ²	81,07	17,5	203,00
	2	2,0%	14	218,00				
	3	2,0%	28	259,00				

Nota: Los cilindros fueron tomados, transportados, curados y comprobada su resistencia por este laboratorio.



Firmado digitalmente por:
ANTONIO EDUARDO
CORDOVA NEUMANIS

Mg. Ing. Antonio Cordero N.
Reg. Prof. 809-2412

Elaborado por: Tapia Puentes & Parra Loján, 2023