

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema
aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar,
Pillco Marca - Huánuco - 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Palacios Martel, Omar Jhon

ASESOR: Taboada Trujillo William Paolo

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería estructural y municipal

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46362571

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40847625

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-4594-1491

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000 0001-7920-1304
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Aguilar Alcantara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002-0877-5922

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 09:00 horas del día **lunes 13 de diciembre de 2023**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- | | |
|--|------------|
| ❖ MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | PRESIDENTE |
| ❖ MG. MARTIN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA | SECRETARIO |
| ❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 3057 -2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE SISTEMA APORTICADO Y EL SISTEMA DUAL EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, PILLCO MARCA - HUÁNUCO - 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. PALACIOS MARTEL, OMAR JHON**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimitad* con el calificativo cuantitativo de *1.3* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

Siendo las *10:00* horas del día 18 del mes de diciembre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304
Presidente

MG. MARTIN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA
ORCID: 0000-0002-0579-5135
Secretario

MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA
ORCID: 0000-0002-0877-5922

Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, William Paolo Taboada Trujillo, asesor(a) del PA de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N°2253-2023-C-PAIC-FI-UDH del (los) estudiante(s) Omar Jhon PALACIOS MARTEL, de la investigación titulada: “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE SISTEMA APORTICADO Y EL SISTEMA DUAL EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, PILLCO MARCA - HUÁNUCO -2023”

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 20% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 07 de FEBRERO de 2024

Mg. Taboada Trujillo William Paolo
DNI: 40847625
ORCID N 0000-0002-4594-1491

PALACIOS MARTEL_POST SUSTENTACIÓN_1ERA ENTREGA

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	20%	2%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	www.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Andina Nestor	1



Mg. Taboada Trujillo William Paolo
DNI: 40847625
ORCID N 0000-0002-4594-1491

DEDICATORIA

Esta investigación se encuentra dedicada a Dios y a mis progenitores como una manifestación de mi profundo afecto porque ellos han sido un ejemplo a seguir y me han brindado orientación constante para mi crecimiento personal. Su influencia me permite alcanzar mis metas y aspiraciones en mi camino.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, quienes me apoyaron y motivaron en nuestra formación académica y nunca dudaron de mi capacidad.

Agradezco a mi asesor el Mg. Lambruschini Espinoza Reyder Alexander, por todas las enseñanzas que nos ha brindado y por el tiempo que ha dedicado en la ayuda de la redacción de esta tesis. La elaboración de este trabajo se facilita a mis profesores que aportaron con sus experiencias y su conocimiento, así como a la Universidad de Huánuco.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I.....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS	24
2.2.1. SISTEMAS DE ESTRUCTURACIÓN.....	24

2.2.2.	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	25
2.2.3.	CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN	27
2.2.4.	NORMAS TÉCNICAS	28
2.2.5.	CARGAS ESTRUCTURALES.....	29
2.2.6.	DISEÑO DE CONCRETO ARMADO	30
2.2.7.	NORMATIVA NACIONAL	31
2.2.8.	MODELO ESTRUCTURAL COMPUTARIZADO	31
2.2.9.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	31
2.2.10.	CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE	32
2.2.11.	PARÁMETROS PARA EL ESPECTRO DE DISEÑO	32
2.2.12.	ANÁLISIS SÍSMICO.....	36
2.2.13.	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS ADMISIBLES	38
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	39
2.4.	HIPÓTESIS	40
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	40
2.5.	VARIABLES.....	40
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	40
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	40
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	41
CAPÍTULO III.....		42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		42
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.1.1.	ENFOQUE	42
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL.....	42
3.1.3.	DISEÑO	42
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.2.1.	POBLACIÓN.....	43
3.2.2.	MUESTRA	43
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..	44
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	44
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	45
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS ..	46
CAPÍTULO IV		47

RESULTADOS	47
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	47
4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO	47
4.1.2. ARQUITECTURA.....	47
4.1.3. PREDIMENSIONAMIENTO	48
4.1.4. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA APORTICADO	52
4.1.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DUAL	92
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	132
CAPÍTULO V	133
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	133
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	133
CONCLUSIONES	135
RECOMENDACIONES.....	136
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
ANEXOS	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Pesos unitarios	29
Tabla 2 Factor de suelo	33
Tabla 3 Periodo TP y TL.....	33
Tabla 4 Factor de Amplificación Sísmica	34
Tabla 5 Categoría y regularidad de las edificaciones.....	35
Tabla 6 Estimación del peso.....	36
Tabla 7 Valores máximos de la distorsión del entrepiso	38
Tabla 8 Sistema de variables-dimensiones e indicadores.....	41
Tabla 9 Espesor de losa aligerada según S/C	48
Tabla 10 Categorías establecidas según tipo de edificación.....	49
Tabla 11 Categorías establecidas según tipo de edificación.....	49
Tabla 12 Predimensionamiento de columnas	51
Tabla 13 Zonificación Sísmica	64
Tabla 14 Factor de suelo NTE.030-2019	64
Tabla 15 Periodo TP y TL NTE.030-2019.....	65
Tabla 16 Peso de la edificación por piso.....	67
Tabla 17 Irregularidad de Piso Blando en el eje.....	68
Tabla 18 Irregularidad de Piso Blando en el eje Y	68
Tabla 19 Irregularidad de Piso Débil o en el eje.....	69
Tabla 20 Irregularidad de Piso Débil o en el eje Y	69
Tabla 21 Irregularidad de Masa o Peso	70
Tabla 22 Irregularidad de Extrema Resistencia	71
Tabla 23 Irregularidad de Extrema Rigidez.....	71
Tabla 24 Irregularidad Torsional en X.....	72
Tabla 25 Irregularidad Torsional en Y.....	72
Tabla 26 Datos de la fuerza cortante en la base.....	74
Tabla 27 Datos de la fuerza cortante de cada nivel	75
Tabla 28 Valores de modos y periodos de la estructura	77
Tabla 29 Datos de Fuerza Cortante por piso	80
Tabla 30 Datos de Fuerza Cortante Y.....	80
Tabla 31 Verificación de Fuerza Cortante Dinámica	81
Tabla 32 Factores de amplificación para la Fuerza Cortante	81

Tabla 33 Nueva verificación de Fuerza Cortante Dinámica según E.030-2019	82
Tabla 34 Valores máximos de la distorsión del entrepiso.....	84
Tabla 35 Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico.....	84
Tabla 36 Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico Y	87
Tabla 37 Zonificación Sísmica	105
Tabla 38 Factor de suelo NTE.030-2019	105
Tabla 39 Periodo TP y TL NTE.030-2019	106
Tabla 40 Peso de la edificación por piso.....	108
Tabla 41 Irregularidad de Piso Blando en el eje.....	108
Tabla 42 Irregularidad de Piso Blando en el eje Y	109
Tabla 43 Irregularidad de Piso Débil o en el eje.....	109
Tabla 44 Irregularidad de Piso Débil o en el eje Y	109
Tabla 45 Irregularidad de Masa o Peso	110
Tabla 46 Irregularidad de Extrema Resistencia	111
Tabla 47 Irregularidad de Extrema Rigidez.....	111
Tabla 48 Irregularidad Torsional en X.....	112
Tabla 49 Irregularidad Torsional en Y	112
Tabla 50 Datos de la fuerza cortante en la base	114
Tabla 51 Datos de la fuerza cortante de cada nivel	115
Tabla 52 Valores de modos y periodos de la estructura	117
Tabla 53 Datos de Fuerza Cortante por piso	120
Tabla 54 Datos de Fuerza Cortante Y.....	120
Tabla 55 Verificación de Fuerza Cortante Dinámica	121
Tabla 56 Factores de amplificación para la Fuerza Cortante	121
Tabla 57 Nueva verificación de Fuerza Cortante Dinámica.....	121
Tabla 58 Valores máximos de la distorsión del entrepiso.....	123
Tabla 59 Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico.....	123
Tabla 60 Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico Y	126
Tabla 61 Comparación de periodos entre ambos sistemas estructurales aporticado y dual	131
Tabla 62 Comparación de desplazamientos entre ambos sistemas estructurales aporticado y dual	131
Tabla 63 Matriz de consistencia.....	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Zonificación Sísmica	32
Figura 2 Para la presentación de datos	45
Figura 3 Planta del primer nivel	52
Figura 4 Planta del 2-5 nivel	53
Figura 5 Propiedades del concreto	54
Figura 6 Propiedades del acero	55
Figura 7 Dimensionamiento de Viga Principal.....	56
Figura 8 Dimensionamiento de Viga Secundaria	57
Figura 9 Propiedades de sección.....	57
Figura 10 Propiedades de sección de columnas.....	58
Figura 11 Asignación de columnas	59
Figura 12 Propiedades de la losa aligerada	60
Figura 13 Asignación de las cargas	61
Figura 14 Asignación de derivas por nivel	62
Figura 15 Modelamiento de la vivienda multifamiliar de 5 niveles	63
Figura 16 Peso sísmico de la estructura	66
Figura 17 Asignación de coeficiente de base en los patrones de Carga en dirección X.....	74
Figura 18 Asignación de coeficiente de base en los patrones de Carga en dirección Y.....	74
Figura 19 Visualización gráfica de la fuerza cortante de cada nivel	75
Figura 20 Datos en la asignación de casos modales	76
Figura 21 Datos de espectro respuesta en dirección	78
Figura 22 Datos de espectro respuesta en dirección Y	79
Figura 23 Modificación del caso de carga dinámico en el eje	82
Figura 24 Modificación del caso de carga dinámico en el eje Y	83
Figura 25 Desplazamiento absoluto en Y	85
Figura 26 Desplazamiento lateral en X	86
Figura 27 Desplazamiento absoluto en Y	87
Figura 28 Desplazamiento lateral en Y	88
Figura 29 Acero requerido para columnas	89
Figura 30 Acero requerido para vigas	90

Figura 31 Momentos máximos en la losa.....	91
Figura 32 Planta del primer nivel	92
Figura 33 Planta del 2-5 nivel	93
Figura 34 Propiedades del concreto	94
Figura 35 Propiedades del acero	95
Figura 36 Dimensionamiento de Viga Principal.....	96
Figura 37 Dimensionamiento de Viga Secundaria	97
Figura 38 Propiedades de sección.....	97
Figura 39 Propiedades de sección de columnas.....	98
Figura 40 Asignación de columnas	99
Figura 41 Propiedades de la losa aligerada	100
Figura 42 Dimensionamiento de la placa	101
Figura 43 Asignación de las cargas	102
Figura 44 Asignación de derivas por nivel	103
Figura 45 Modelamiento de la vivienda multifamiliar de sistema dual de 5 niveles	104
Figura 46 Peso sísmico de la estructura	107
Figura 47 Asignación de coeficiente de base en los patrones de carga en dirección	114
Figura 48 Asignación de coeficiente de base en los patrones de Carga en dirección Y.....	114
Figura 49 Visualización gráfica de la fuerza cortante de cada nivel	115
Figura 50 Datos en la asignación de casos modales	116
Figura 51 Datos de espectro respuesta en dirección	118
Figura 52 Datos de espectro respuesta en dirección Y	119
Figura 53 Carga dinámico en el eje	122
Figura 54 Modificación del caso de carga dinámico en el eje Y	122
Figura 55 Desplazamiento absoluto en Y	124
Figura 56 Desplazamiento lateral en X	125
Figura 57 Desplazamiento absoluto en Y	126
Figura 58 Desplazamiento lateral en Y	127
Figura 59 Acero requerido para columnas	128
Figura 60 Acero requerido para vigas	129
Figura 61 Momentos máximos en la losa.....	130

Figura 62 Plano de ubicación	145
Figura 63 Plano de estructural de sistema aporticado	146
Figura 64 Plano de estructural de sistema aporticado	147
Figura 65 Plano de estructural de sistema dual	148
Figura 66 Plano de estructura de sistema dual	149

RESUMEN

En la presente tesis se llevó a cabo un análisis comparativo entre el diseño estructural de un sistema aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar. Los análisis se llevaron a cabo utilizando tres herramientas diferentes: Autocad para presentar la distribución arquitectónica, Etabs para modelar y analizar la estructura, y Microsoft Excel para realizar cálculos manuales y presentar tablas. Además, se utilizaron las Normas Técnicas Peruanas para realizar los cálculos.

Se planteó como problema general: ¿Cómo realizar el análisis comparativo entre el diseño estructural del sistema aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco - 2023? Por tal motivo se propuso el objetivo general: Realizar el análisis comparativo entre el diseño estructural del sistema aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco - 2023.

En cuanto a la metodología, el estudio utiliza un tipo de investigación no experimental, utilizando un enfoque cuantitativo y un nivel descriptivo comparativo. En este estudio, comparamos la variable dependiente de los sistemas estructurales aporticados y duales.

En el diseño del sistema aporticado se tomaron en cuenta los planos arquitectónicos del proyecto de construcción, los cuales se modelaron y analizaron utilizando el programa Etabs v18, lo que generó una variedad de resultados que fueron procesados en forma de tablas y figuras.

Después de analizar los resultados, se concluyó que el sistema estructural aporticado presenta mayores valores de periodo y desplazamiento que el sistema dual, y que los muros estructurales o placas aportan mayor rigidez al sistema dual, lo que hace que nuestra edificación tenga un mejor diseño y comportamiento estructural. Por lo tanto, se recomienda el sistema estructural dual si se busca una vivienda más segura ante eventos sísmicos.

Palabras clave: Concreto Armado, Sistema Estructural Aporticado y Dual, Diseño Sismorresistente, Análisis Dinámico, Pillco Marca.

ABSTRACT

In the present thesis, the comparative analysis was carried out between the structural design of the framed system and the dual system in a multi-family dwelling, all the analyzes were carried out using 3 software, Autocad to present the architectural distribution, Etabs for the modeling and structural analysis of the structure and Microsoft Excel to perform some manual calculations and present tables, where the Peruvian Technical Standards were also used.

The general problem was raised: How to carry out the comparative analysis between the structural design of the framed system and the dual system in a multifamily dwelling, Pillco Marca - Huánuco - 2023? For this reason, the general objective will be carried out: Carry out the comparative analysis between the structural design of the framed system and the dual system in a multifamily dwelling, Pillco Marca - Huánuco - 2023.

Regarding the methodology, the study presents a type of non-experimental research, with a quantitative approach and a comparative descriptive level, where we compare the dependent variable of the supported structural system and the dual system.

In the structuring of the framed system, the architectural plans of the construction project were taken into account, where it was later modeled and analyzed using the Etabs v18 software, obtaining various results that were processed using tables and figures.

After the analysis of the results, it was concluded that the framed structural system presents greater period and displacement values than the dual system, and that the structural walls or plates provide greater rigidity to the dual system and this makes our building present a better design and structural behavior, therefore, the dual structural system is the most recommended if you are looking for a safer home in the face of seismic events.

Keywords: Reinforced Concrete, Porticoed and Dual Structural System, Seismic Resistant Design, Dynamic Analysis, Pillco Brand.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la demanda para construir viviendas en la ciudad en el distrito de Pillco Marca ha experimentado un importante auge en un entorno de crecimiento generalizado de la actividad económica, que se ve favorecida por varios factores: el crecimiento de los ingresos familiares, mayores oportunidades de crédito para la vivienda y el déficit habitacional existente.

Por ello, es necesario analizar tiempos de ejecución económicos, más cortos y, sobre todo, sistemas constructivos estructurales eficientes que respondan a la necesidad de viviendas seguras, sin barreras y asequibles para la mayoría de la población.

En la presente tesis presentada a la Universidad de Huánuco se desarrollará la comparación de sistemas aporticado y dual, evaluando su capacidad estructural y análisis sísmico al comparar dos edificaciones de similares características para el desarrollo del trabajo en el distrito de Pillco Marca.

En el capítulo I comprende el problema de investigación donde se presenta el problema, objetivos, limitaciones y justificación en las que se presenta la tesis.

En el capítulo II comprende el marco teórico que haremos uso en el modelado de la estructura con ayuda del software Etabs v18.

En el capítulo III comprende con la metodología de la investigación el cual nos ayudó a resolver el problema a lo largo de la tesis.

En el capítulo IV comprende los resultados obtenidos por el software Etabs v18 donde a partir del análisis sísmico comparamos los periodos y desplazamientos obtenidos mediante tablas.

En el capítulo V comprende la discusión de resultados que evalúa los datos obtenidos del análisis estructural usando ambos sistemas estructurales.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La ubicación de nuestra nación en el Anillo de Fuego crea una configuración geológica en la que la energía acumulada busca liberarse en valles y volcanes, esto conduce a una zona con una actividad sísmica y volcánica continua y un alto riesgo de sismos, por esta razón, es fundamental dar prioridad a la realización de un análisis estructural detallado de las estructuras, sin embargo, a pesar de esta necesidad, algunas construcciones carecen de la debida preparación y supervisión de profesionales, debido a la falta de sistemas estructurales adecuados y la presencia de construcciones informales, estas estructuras pueden ser frágiles ante eventos sísmicos, lo que podría causar pérdidas humanas (Janampa, 2018).

Nuestra área de estudio se ubica específicamente en el distrito de Pillco Marca, provincia y región de Huánuco y según la norma E.030 está ubicada en la zona sísmica 2, con factor de zonificación $Z=0.25$, al presentar una gran cantidad de viviendas que se construyeron en la informalidad puede llegar a ser preocupante ya que las familias están en un gran peligro ante cualquier evento sísmico. El gran aumento de la población y de las construcciones informales en el distrito de Pillco Marca puede causar daños económicos e incluso vidas humanas.

Ladera Romero (2019) mencionó que existen muy pocas viviendas debidamente construidas, además los sistemas estructurales más utilizados son el aporticado y albañilería confinada, pero la tecnología utilizada en el proceso constructivo es muy deficiente, un estudio reciente pudo demostrar que los sistemas estructurales más comunes en los edificios de viviendas son: albañilería confinada 63,20%, aporticado 26,13% y otros sistemas estructurales 10,67%. En la actualidad es muy urgente realizar un adecuado proyecto constructivo de viviendas multifamiliares utilizando los sistemas antes mencionados.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo realizar el análisis comparativo entre el diseño estructural del sistema aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco - 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo realizar el modelamiento usando el software Etabs para un análisis y diseño sísmico una vivienda multifamiliar, Pillco Marca – Huánuco - 2023?
- ¿Cómo determinar los desplazamientos entre el Sistema de Aporticado y Sistema Dual para mejorar el comportamiento sísmico en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco - 2023?
- ¿Cómo determinar los periodos de vibración entre el Sistema de Aporticado y Sistema Dual para obtener un mejor comportamiento sísmico en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco - 2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis comparativo entre el diseño estructural del sistema aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco - 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el modelamiento usando el software Etabs para un análisis y diseño sísmico una vivienda multifamiliar, Pillco Marca – Huánuco - 2023.
- Determinar los desplazamientos entre el Sistema de Aporticado y Sistema Dual para mejorar el comportamiento sísmico en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco - 2023.

- Determinar los periodos de vibración entre el Sistema de Aporticado y Sistema Dual para obtener un mejor comportamiento sísmico en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco - 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El proyecto se justifica ya que es una contribución al conocimiento existente obtenido a través de la aplicación del producto y sus resultados. Se centra en un terreno no construido de una familia con un área de 180 metros cuadrados en Pillco Marca, donde se desarrollarán dos diseños estructurales, uno de los cuales es un sistema aporticado y un sistema dual. Con este diseño es posible conocer las diferencias entre ambos sistemas.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Esta investigación resulta importante por la necesidad de contar con una vivienda multifamiliar segura y resistente, contra futuros eventos sísmicos

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Metodológicamente, se logrará aportar a las investigaciones que tengan características similares en cuanto al proceso de elaboración de diseños estructurales aporticado y dual, de modo que se incremente el conocimiento sobre las variables de estudio, el análisis comparativo, y el diseño estructural del sistema aporticado y sistema dual calculado y diseñado en el software ETABS v18.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación se presenta las siguientes limitaciones:

- Para el análisis sísmico es necesario contar con una licencia del programa Etabs, la cual nos limita al ser esta licencia muy costosa.

- Al realizar dos tipos de modelos de análisis se limita a configuraciones por separado lo que hace que el proceso sea tedioso.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es viable ya que se utilizará como herramienta principal el software Etabs v18 que servirá para el modelamiento y análisis sísmico de ambos sistemas aporticado y dual, también es viable ya que existen diversas normas asequibles por el tesista además de los parámetros proporcionados por la Norma Técnica Peruana.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Londoño (2019) en su tesis titulado: “*Estudio y análisis comparativo entre el método aporticado y mampostería estructural, realizado en la construcción de casas de uno y dos pisos, establecido en la empresa Panorama Grupo Constructor SAS*”, presentada a la Universidad Católica de Colombia, especificar que en un estudio integral y de construcción, utilizaron construcción de marcos y construcción de mampostería, Panorama Grupo Constructores utilizó 2 métodos de construcción basados en planos para determinar la mejor opción. El área era de 3150 m². Llegó a la conclusión de que el método de mampostería estructural era la mejor opción para el proyecto azul y amarillo porque era más económico y requería menos tiempo. En el caso de una estructura aporticada, esto supone una mayor facilidad de construcción, pero sus tiempos de ejecución son más largos. De acuerdo con los resultados obtenidos, para Panorama Grupo Constructor, considerando sus requerimientos, la mejor opción para el desarrollo del proyecto Azul Amarillo es el método de mampostería estructural, debido a que representa los menores costos y los menores tiempos de ejecución.

Athanasios (2020) en su artículo titulado: “*Evaluación de enfoques alternativos para el diseño sísmico de estructuras*”, presentada a la Universidad de Strathclyde, actualmente, se está haciendo progreso en la creación de varios códigos sísmicos que se basan en los espectros de respuesta para comprender mejor el comportamiento no estándar de las estructuras, no obstante, debido a la falta de control directo sobre terremotos en muchos estudios, esta estrategia tiene ciertas limitaciones, el objetivo de esta investigación es evaluar el nivel de seguridad y los gastos asociados con este enfoque de diseño, así como evaluar otras opciones de diseño que han surgido en los últimos años, uno de los objetivos es crear estructuras con vulnerabilidad similar en

diferentes áreas con diferentes niveles de actividad sísmica, también tiene como objetivo reducir los costos iniciales de construcción y las pérdidas en caso de eventos sísmicos posteriores, se compararon distintas estrategias para construcciones de hormigón armado situadas en varias regiones de Europa, el examen tuvo en cuenta las normas de seguridad alcanzadas, los gastos iniciales y las posibles pérdidas futuras, las conclusiones del estudio muestran cómo afectan estas variables a los precios y a los distintos tipos de riesgo en toda Europa, lo que constituye una información útil para la planificación, los resultados respaldan la conclusión obtenida por otros investigadores en estudios anteriores de que los gastos asociados al diseño sísmico no son considerables si se comparan con el coste global de la construcción.

Latifi (2021) en su artículo titulado: “*Modelo Numérico Tridimensional para Sísmica Análisis de Estructuras*”; presentada a la Universidad de Bolonia, se demuestra que métodos como el análisis del espectro de respuesta y la combinación modal se emplean con frecuencia para predecir la respuesta sísmica superior de los edificios, en este estudio se introducen el modelado numérico y el análisis sísmico de estructuras, una estructura 3D con resistencia a momentos de 5 capas se somete a espectros de respuesta basados en el Euro código para determinar la reacción máxima a la vibración inducida por el terremoto, para determinar la forma y la frecuencia del modo libre no amortiguado, se utiliza un análisis de vectores propios, se obtiene la matriz de rigidez tridimensional completa y se calculan los coeficientes de masa modal efectiva, los periodos naturales, las formas modales y los factores de contribución modal, la estimación de la reacción dinámica total implica la combinación de las respuestas estructurales de los distintos modos, los resultados de las normas de construcción investigadas son esencialmente los mismos, los coeficientes de correlación cruzada próximos a cero y la ausencia de correlación entre las respuestas de las distintas modalidades sirven de indicadores de ello, el total de los valores al cuadrado de las respuestas, que representa los resultados obtenidos mediante el enfoque SRSS, revela puntos en

común en las normas CQ (Combinación Cuadrática Compleja), la norma SRSS debería aplicarse a las construcciones cuyas frecuencias inherentes están alejadas de los modos que tienen un impacto sustancial en la respuesta sísmica.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Ladera (2019) en su tesis titulado: *“Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de San Carlos, distrito Huancayo 2017”*; presentada a la Universidad Continental; este estudio pretendía comparar los dos tipos de estructuras utilizadas en una casa de cuatro plantas: pórtico y mampostería, el objetivo era determinar cuál de estas construcciones funcionaría mejor en presencia de posibles impactos sísmicos, la investigación se llevó a cabo en los alrededores de San Carlos, la Sra. Maritza, que también es la actual propietaria del terreno, se encargó de la arquitectura y el diseño, la parcela en cuestión mide 200 metros cuadrados, la estructura se hizo de acuerdo con las especificaciones de la norma E.020, a continuación, se utilizaron los principios rectores de la norma de resistencia sísmica para realizar un estudio estático y otro dinámico, gracias a estos estudios se obtuvieron los desplazamientos laterales relacionados con cada uno de los sistemas estructurales, los resultados mostraron que la construcción de pórtico ofrecía ventajas sustanciales en la configuración de sus áreas en términos de distribución arquitectónica, según la investigación sísmica, la construcción de mampostería mostraba menos distorsión y desplazamiento debido a su mayor rigidez que la estructura de pórtico, que demostraba una gran flexibilidad del pórtico.

Mantilla (2018) en su tesis titulado: *“Diseño Estructural de un edificio Aporticado Tipo A2 de 4 niveles con disipadores de energía en el AA.HH. Belén, Distrito de Nuevo Chimbote - 2018”*; presentada a la Universidad César Vallejo; en su investigación, planeó diseñar un edificio de estructura de 4 pisos con aisladores. El trabajo final fue una vivienda

aportada de 4 niveles, tipo A2, no experimental descriptivo. Se utilizaron como instrumentos los informes técnicos basados en las normas E.020, E.030 y E.050, respetando el modelo estructural con aisladores sísmicos. Se realizó el análisis sísmico de la estructura tanto del sistema de aportado como de los muros estructurales, los cuales representan un buen diseño y comportamiento ante un sismo.

Lingán (2018) en su tesis titulado: *“Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada para una vivienda multifamiliar”*; presentada a la Universidad César Vallejo; se estudiaron la mampostería confinada y el muro de ductilidad limitada, con dimensiones de 0,12 m del primer al tercer nivel, 0,10 m en cada dirección en los pisos cuarto y quinto, y para el sistema de mampostería, el espesor se fijó en 0,13 y 0,23 sin apuntalamiento en ambas direcciones, para ver cómo afectaban al comportamiento de un edificio de cinco pisos, se realizaron análisis estáticos, sísmicos y dinámicos, utilizando una composición espectral, el análisis dinámico produjo deformaciones piso a piso extremadamente grandes en ambas direcciones para el sistema de muros con ductilidad limitada e incluyendo una deriva de 0,0030, se descubrió que el sistema de mampostería es más dúctil y tiene un mayor grado de deformación que el otro sistema indicado.

Árias y Quijada (2019) en su tesis titulado: *“Comparación de aspectos estructurales y económicos entre un edificio de 8 pisos para vivienda de muros de ductilidad limitada y sistema dual tipo I optimizado”*; presentada a la Universidad Católica del Perú; la tesis consiste en el análisis, diseño y evaluación estructural-económica de un edificio residencial de 8 pisos, pero utilizando dos sistemas estructurales diferentes: Muros de Ductilidad Limitada y Dual Tipo I. El Sistema de Muros de Ductilidad Limitada (SMDL) es un sistema muy utilizado en Perú y que, al igual que otros sistemas estructurales, aún no ha sido probado bajo solicitaciones sísmicas en nuestro país debido al silencio sísmico en el que vivimos. Dado que este sistema tiene pocas o ninguna

restricción, su capacidad para desarrollar flexibilidad es muy limitada, limitando su comportamiento a la región elástica. Gracias a un proceso constructivo más sistemático, SMDL permite menores costos económicos y de tiempo en comparación con otros sistemas constructivos, por lo que es ampliamente utilizado en nuestro medio. Por ello se propone utilizar otro sistema estructural, en este caso doble tipo I (pórticos y muros), pero utilizando aspectos de optimización estructural para lograr una proyección económicamente competitiva con el edificio SMDL. Basado en el aspecto económico, el análisis se limita a la cuantificación de los materiales de los tres objetos más aleatorios en el campo especial de las construcciones: hormigón, acero y encofrado. Basado en el aspecto estructural, resultados tales como deriva, desplazamiento, factores de seguridad contra caídas, etc. Se desarrollan indicadores para evaluar el comportamiento de estos sistemas.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Árias y Quijada (2019) en su tesis titulado: *“Análisis comparativo entre el Sistema Dual y de Muros de Ductilidad Limitada para determinar la mejor alternativa de construcción de una edificación en la ciudad de Huánuco”*; presentada a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; el presente proyecto de tesis presenta una estructura de seis pisos en la ciudad de Huánuco, el objetivo de este proyecto de tesis es realizar un análisis y diseño de un sistema dual junto con muros de ductilidad restringida, esta estructura, que tiene un área total de 320 m² y un área construida de 1134 m², está diseñada para uso residencial multifamiliar, en la estructura hay 12 apartamentos, junto con espacios comunes y un depósito elevado, su diseño sismorresistente se basa en la colocación de muros de hormigón armado y pórticos en los lugares esenciales, está construido sobre suelo S2, siguiendo los principios y sugerencias de la Normativa Nacional de Edificación, el proceso de estructuración del edificio comenzó con la determinación del tamaño básico de los componentes de hormigón armado, se utilizó la aplicación ETABS para construir un modelo tridimensional del edificio, se realizó un estudio de

cargas de gravedad para cada sistema estructural, comparando los resultados del modelo con las cifras determinadas manualmente mediante mediciones de carga, confirmó que las dimensiones previstas para cada componente estructural de la estructura eran suficientes, tras el diseño de los componentes estructurales, se realizó un estudio sísmico del edificio conforme a todos los requisitos de la norma E.030, las metodologías de diseño de resistencia y capacidad portante descritas en E.060 se tuvieron en cuenta en este diseño mediante el uso de análisis de carga, por último se realizó una comparación de las características estructurales, económicas y de tiempo de construcción de los dos sistemas estructurales propuestos, gracias a estas evaluaciones se encontró la mejor opción para la construcción de la estructura en cuestión.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SISTEMAS DE ESTRUCTURACIÓN

La estructuración de edificios de concreto armado es una combinación de arte y ciencia. Todas las obras que sobresalgan del suelo deben ser estéticamente agradables a la vista y conjugar con el entorno. Pero eso no es todo, se esconden los criterios y la ingeniería que posibilitan su funcionalidad y que la hacen soportar cargas repetidas y aisladas.

Todos los criterios estructurales se han recopilado a través de años de experiencia laboral. Cada nueva experiencia sísmica tiene un impacto importante porque puede ayudar a encontrar fallas ocultas o sugerir mejoras en las prácticas de diseño.

Las estructuras se distinguen por su estructura o sistema, que a su vez saca conclusiones diferentes entre ellas, cuyos detalles se dan en costos y programación (tiempo de ejecución, cuyo valor afecta los costos), dependiendo de varios factores, planificación, abastecimiento del material, etc. Los sistemas que se mencionan a continuación son los

dos tipos de sistemas utilizados en los análisis de la investigación, los sistemas a base de concreto armado aporticado y dual.

Sistema Estructural Aporticado

Está constituido por la unión de vigas y columnas, una vez intersecada los momentos de la edificación se propagan hacia las columnas.

Al menos el 80% de la resistencia a cortante de la base, que se establece en la norma de concreto armado E.060, se encuentra en las columnas de los edificios aporticados. Si la edificación tiene muros estructurales, los muros estructurales deben diseñarse para soportar parcialmente el movimiento sísmico total, dependiendo de su rigidez. (RNE, NORMA E.030, 2019)

Sistema Estructural Dual

Es un sistema formado por pórticos reforzados con muros de cortante, lo que le otorga un mejor comportamiento estructural en cuanto a resistencia a esfuerzos horizontales.

El sistema dual consiste en una edificación compuesta por vigas, columnas y placas, pero además se le agregan losas para darle rigidez y resistir o soportar mejor las cargas sísmicas, se emplean o utilizan en edificaciones grandes, alturas o pisos.

La Norma E.030 (2019) establece que un sistema dual es una mezcla de placas y pórticos, donde la base de apoyo placa debe ser del 20 y 70% de la edificación para ser considerado un sistema dual. Y los pórticos están diseñados para soportar al menos 30 % de corte en la base.

2.2.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Columnas

La cuantía es la cantidad de acero que debe añadirse a cada metro cúbico de hormigón para que el elemento funcione según lo previsto,

esto es crucial porque el acero funciona mejor en situaciones de tracción, mientras que el hormigón lo hace mejor en situaciones de compresión, las fuerzas de deflexión de una estructura son soportadas por ambos materiales trabajando conjuntamente (Reascos, 2017)

Vigas

El diagrama momento-curva es crucial para el diseño de estructuras que puedan soportar esfuerzos tanto estáticos como dinámicos, esta figura hace inmediatamente visible la cantidad de flexión que experimentará una probeta, otro factor importante en este examen es la resistencia, en la figura, la región bajo la curva representa la fuerza interna, mientras que la región bajo la zona elástica representa la acumulación de deformación en el interior del componente, por otra parte, la energía de ruptura en el proceso de deformación plástica del elemento se refleja en la zona bajo la curva hasta el límite elástico (Romero y Quiroga, 2015).

Losas

La disipación de energía, en lo que se refiere a la noción de diseño estructural, se refiere a la capacidad de la estructura para absorber energía y evitar así posibles fallos o disminuir el peligro de daños a sus partes constituyentes, al evaluar el elemento dentro de la estructura, según los requisitos técnicos, la cuantía mínima se refiere al nivel más bajo de carga que puede soportar el acero, mediante este proceso se crea una disposición de viga débil-columna fuerte, en la que las columnas son más fuertes que las vigas, esta estrategia de diseño presupone la presencia constante de juntas plásticas en la mayoría de los extremos de las vigas y otros elementos estructurales (Medina, 2018).

Placas

El diseño de esta pieza estructural es ideal para resistir esfuerzos axiales, cortantes y momentos. también llamados muros de corte, este elemento estructural proporciona solidez a la estructura del edificio y

resiste las cargas sísmicas, además se vuelven muy resistentes debido a una buena construcción (Medina, 2018).

2.2.3. CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN

Se tendrán algunos criterios primordiales para que la edificación sismorresistente tenga una buena estructuración.

Simplicidad

La experiencia ha demostrado que los edificios de construcción sencilla se comportan mejor ante eventos sísmicos. Por dos razones: la capacidad de conocer su comportamiento sísmico en estructuras simples en lugar de estructuras complejas, la facilidad de idealizar esos elementos estructurales en estructuras simples en lugar de estructuras complejas (RNE, 2019).

Simetría

Es muy importante conseguir la simetría de la estructura en sus dos direcciones y así conseguir evitar los efectos de torsión, ya que su determinación es laboriosa y acaba dañando la edificación (RNE, 2019).

Resistencia y ductilidad

En general, todas las estructuras tienen suficiente resistencia en ambas direcciones para asegurar un comportamiento estable del edificio, la durabilidad de las estructuras permite su deformación plástica sin daño (RNE, 2019).

Continuidad

El edificio debe cumplir con la continuidad de planta y altura, donde no se produzcan cambios bruscos de rigidez, en este caso se supone la concentración de esfuerzos (RNE, 2019).

Diafragma Rígido

La losa rígida idealiza la estructura como un todo, extendiéndose hasta para distribuir las fuerzas laterales a las columnas y muros de acuerdo con la rigidez lateral (RNE, 2019).

La estructura debe cumplir la función deseada. Si se trata de un depósito de líquido, por ejemplo, no debe tener grietas que provoquen corrosión o inutilicen el sistema. Además, no deberíamos tener grandes movimientos sísmicos en edificios donde se almacenan equipos costosos, porque el daño por caída sería significativo.

Debemos evitar esto:

- Resistencia desigual en la trayectoria de la carga
- Entrepisos con un cambio significativo en la rigidez.
- Asimetría de elementos de resistencia en planta.
- Elementos no estructurales que rigidizan la estructura cambiando el comportamiento esperado.

2.2.4. NORMAS TÉCNICAS

Al analizar y diseñar nuestro modelo de edificio, hemos tenido en cuenta las siguientes normas definidas en el reglamento nacional de edificación:

- Norma E.020: Cargas
- Norma E.030: Diseño Sismorresistente
- Norma E.050: Suelos y Cimentaciones
- Norma E.060: Concreto Armado
- Norma E.070: Albañilería

La aplicación de la norma E. 060 sobre hormigón armado en el sistema de pórticos es a lo que se dedica la mayor atención, en este método los efectos potenciales de flexión y cortante se tienen en cuenta al diseñar las vigas y losas, sin embargo, al diseñar los pilares, se tienen en cuenta los esfuerzos cortantes, así como los efectos combinados de flexión y compresión (RNE, 2019).

El sistema dual cumple los requisitos descritos en E. 060, en esta situación, el diseño de los pilares tiene en cuenta tanto los efectos de

compresión como los de cortante, mientras que el diseño de las vigas se basa en la evaluación de los esfuerzos producidos por las fuerzas laterales, por el contrario, los muros se construyen para soportar terremotos leves o fracturas sin sufrir daños importantes y para sobrevivir a terremotos fuertes sin formar grietas por cortante (RNE, 2019).

2.2.5. CARGAS ESTRUCTURALES

Carga muerta

La carga permanente, comúnmente denominada carga muerta, es el peso que permanece constante durante la vida útil de una estructura. Este peso no fluctúa constantemente. Las cargas permanentes en este sentido incluyen objetos como pilares, losas, vigas y otras partes, incluso teniendo en cuenta su propio peso. Como afectan a la resistencia y estabilidad de la estructura a lo largo del tiempo, estas cargas son cruciales para el diseño y el análisis estructural.

Tabla 1
Pesos unitarios

PESOS UNITARIOS	
Materiales	Peso KN/m ³ (kg/m ³)
Losa aligerada (h=20cm)	300 kg/m ²
Losa aligerada (h=25cm)	350 kg/m ²
Piso terminado	100 kg/m ²
Acabados	100 kg/m ²
Tabiquería móvil	120 kg/m ²
Albañilería ladrillo sólido	1800 kg/m ²
Albañilería ladrillo hueco	1350 kg/m ²

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.020 "Cargas"

Carga viva

Una carga viva es una carga que puede cambiar con el tiempo y no es constante, a diferencia de una carga muerta. El peso de los elementos que pueden variar o moverse, como personas, muebles y otras cosas que puede soportar el edificio, constituye esta carga. Para garantizar que la estructura tiene capacidad para soportar estos cambios de peso sin comprometer su seguridad y estabilidad, hay que tener en cuenta la carga viva en el diseño estructural, ya que puede variar en distintos periodos.

2.2.6. DISEÑO DE CONCRETO ARMADO

De forma similar, la técnica de la resistencia se emplea durante el proceso de diseño de los elementos de acuerdo con la norma NTP E-060. Según esta norma, tanto la estructura en su conjunto como cada una de sus partes individuales deben construirse de forma que la resistencia estimada sea al menos tan grande como la resistencia necesaria para soportar la combinación de cargas amplificadas especificadas en la norma. Mediante esta técnica, los criterios de seguridad y funcionalidad mencionados en la norma se cumplen garantizando que los componentes de la estructura puedan soportar con seguridad las distintas cargas y circunstancias a las que puedan verse sometidos.

Se tendrán los criterios que se proponen en la investigación

- Distintos peraltes de vigas
- Placas de 15 cm de espesor
- Cuantía mínima de 1% en columnas
- Uso de losas aligeradas en lugar de macizas
- Iteración en la estructuración

2.2.7. NORMATIVA NACIONAL

La norma se encarga de fijar los parámetros mínimos para que las edificaciones muestren su comportamiento sísmico de acuerdo a los parámetros numerados, además de las medidas prescritas en la norma para prevenir desastres derivados de desastres naturales por movimientos telúricos, por ejemplo: incendios, tsunamis, grandes deslizamientos, vertidos tóxicos u otros.

2.2.8. MODELO ESTRUCTURAL COMPUTARIZADO

Hoy en día, los diseñadores e ingenieros estructurales tienen acceso y utilizan una variedad de programas de modelado y análisis estructural, cada uno definido por una hipótesis o teoría. Las prácticas de diseño estructural tienden a ser cada vez más automatizadas y están siendo impulsadas rápidamente por el uso generalizado de computadoras. Su uso en el análisis estructural se expandió a la etapa de dimensionamiento y con ello la introducción de programas más complejos, planos de dibujo y especificaciones de construcción. (Gómez Martínez, 2011)

Para el caso de esta tesis se hará uso del programa ETABS y para generar dos diseños sísmicos, debido a que este software nos sirve y nos permite análisis lineales y no lineales en tres dimensiones.

2.2.9. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Cargas de gravedad

Para las cargas de diseño, se deben considerar las cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV). En nuestro caso, las cargas se toman según la norma E.020.

2.2.10. CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE

La norma técnica E.030 establece el principio del diseño sísmico de acuerdo con las normas de construcción nacionales, principalmente para evitar pérdidas humanas, garantizar la protección y seguridad de las funciones básicas y reducir el daño estructural causado por los sismos.

2.2.11. PARÁMETROS PARA EL ESPECTRO DE DISEÑO

a) Zonificación

Según la Norma Técnica del Perú E.030 (2018) nuestro país consta de 4 zonas sísmicas como podemos observar en la figura 1. Ya que el área de estudio se encuentra en el distrito de Pillco Marca, se encuentra en la zona 2, que corresponde al factor de zona $Z=0.25$ para zonas la investigación.

Figura 1
Zonificación Sísmica



Nota. Obtenido de la Norma Peruana - RNE (2019).

b) Condiciones Geotécnicas

Según la norma E.030, las capas de suelo se clasifican teniendo en cuenta la velocidad media de propagación de las ondas de corte (\bar{V}_s), la media ponderada en suelos granulares (\bar{N}_{60}), la cual se calcula por el método de ensayo de penetración estándar.

Para el análisis, se consideró un suelo de perfil tipo S2 (suelos intermedios.)

c) Parámetros de Sitio.

El perfil del suelo donde se encuentra el edificio es un suelo intermedio (S2). La estructura está ubicada en la zona 2 por lo que el coeficiente de suelo, que se considera como $S= 1.20$, según el tipo de suelo los parámetros TP son 0.6 y TL 2.0.

Tabla 2
Factor de suelo

SUELO	FACTOR DE SUELO "S"			
	Perfil = S0	Perfil = S1	Perfil = S2	Perfil = S3
Z4			1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2			1.20	1.40
Z1			1.60	2.00

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.030 "Diseño Sismorresistente"

Tabla 3
Periodo TP y TL

Periodos	PERIODOS "TP" Y "TL"			
	Perfil = S0	Perfil = S1	Perfil = S2	Perfil = S3
TP (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.030 "Diseño Sismorresistente"

d) Elemento de Amplificación Sísmica

El factor de amplificación sísmica (C) se va a determinar de la siguiente manera.

Tabla 4
Factor de Amplificación Sísmica

Factor de Amplificación Sísmica	
$T < T_p$	$C = 2.5$
$T_p < T < T_L$	$C = 2.5 \times (T_p/T)$
$T > T_L$	$C = 2.5 \times ((T_p \times T_L)/T^2)$

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.030 "Diseño Sismorresistente"

e) Categoría de la edificación y factor de uso

La construcción es una vivienda multifamiliar, por lo que corresponde a la categoría denominada "Edificaciones comunes" con el factor de utilización $U=1.0$.

f) Sistema Estructural y Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R_o)

El factor de reducción de fuerza sísmica significativa (R_o) representa la ductilidad que producirá un componente para un evento sísmico y, por lo tanto, puede diseñarse de acuerdo con una filosofía de diseño sísmico.

De acuerdo al estado de la edificación, el material de su integridad estructural es el concreto armado, y el sistema estructural sismorresistente.

g) Factores de Irregularidad

Para estimar el costo del factor de reducción sísmica, la NTE E030 penaliza el costo de R_o por construcción irregular.

h) Restricciones de irregularidades

Según la norma E030, según la categoría y zona de la superficie del edificio, se deben tener en cuenta las siguientes irregularidades:

Tabla 5
Categoría y regularidad de las edificaciones

CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2c	No se permiten irregularidades
	1c	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2c	No se permiten irregularidades extremas
	1c	Sin restricciones
	4 y 3c	No se permiten irregularidades extremas
C	2c	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1c	Sin restricciones

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.030 "Diseño Sismorresistente"

i) Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)

Según la norma E030, se dice que el factor de reducción de la fuerza sísmica se calcula teniendo en cuenta los valores de I_a , I_p .

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

j) Estimación del Peso (P)

Según la norma E030, el peso del edificio se calcula sumando la carga viva y la carga muerta, el porcentaje de la carga viva se calcula de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 6
Estimación del peso

En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.030 "Diseño Sismorresistente"

k) Espectro de Diseño

El espectro de diseño, también conocido como aceleración espectral, es una curva creada en base a los valores máximos de aceleraciones que pueden dañar estructuras que varían según su función como sistema estructural, la actividad sísmica del área y el terreno local. La NTE E030 proporciona la siguiente expresión para calcular el espectro de diseño en todas las direcciones a partir de los distintos límites mencionados anteriormente.

$$S_a = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times g$$

2.2.12. ANÁLISIS SÍSMICO

Los ejercicios de dinámica estructural implican la modificación de las reacciones y tensiones estructurales a lo largo del tiempo, como la flexión y el desplazamiento, las reacciones dinámicas son los nombres que reciben estas modificaciones, el análisis dinámico, a diferencia del análisis estático, produce varias soluciones variables en el tiempo en lugar de una sola, esto se debe al tedioso procedimiento de realizar análisis dinámicos para varios instantes, mediante el uso de espectros de coincidencia, el análisis dinámico trata de predecir cómo responderá la estructura a posibles movimientos sísmicos, las fuerzas que actúan sobre la estructura, las tensiones en sus diferentes componentes y sus correspondientes desplazamientos pueden determinarse mediante este

método, para garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura en escenarios dinámicos, es complejo tener en cuenta la variabilidad de las condiciones y reacciones en función del tiempo (RNE, 2019)

La estructura debe soportar los movimientos moderados del suelo considerados para el área de estudio, en el que la estructura detecte daños reparables en el área permitida (RNE, NORMA E.030, 2019)

Análisis Estático

El análisis estático utiliza los requisitos sísmicos como la suma de las fuerzas horizontales aplicadas a cada plano en el centro de masa de los edificios.

Asimismo, según la norma E.030, este método sólo puede utilizarse en edificios regulares, siempre que la altura del edificio no supere los 30 metros.

Análisis Dinámico

Cuando una estructura se somete a un análisis dinámico, se comprueba que los desplazamientos en la base o las cargas actúan de forma dinámica, lo que implica que estas fuerzas se producen antes que el movimiento causado por los desplazamientos o las cargas, las fuerzas resultantes, afectadas por la inercia, tienden a ser relativamente pequeñas cuando se aplican lentamente, el tipo de análisis en esta situación podría calificarse de estático, otro elemento es el número infinito de grados de libertad (GDL) que presentan las estructuras de características continuas, dependiendo del modelo empleado, la masa de un sistema estructural tiende a concentrarse en el centro de masa en todos los niveles o nodos del edificio, para evaluar y comprender el comportamiento dinámico de la estructura y cómo responde a diferentes cargas y movimientos, es crucial tener en cuenta los grados de libertad, así como la distribución de la masa.

2.2.13. DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS ADMISIBLES

Los desplazamientos laterales de las estructuras que se consideran regulares se calculan de acuerdo con la norma E.030 multiplicando los resultados de los análisis elásticos y lineales por un factor de $0,75R$, los requisitos sísmicos se modifican mediante este factor de reducción ($0,75R$), que ajusta la magnitud de los desplazamientos proyectados en función de la capacidad de resistencia de la estructura y de otros parámetros, los desplazamientos transversales para construcciones con irregularidades se calculan multiplicando los resultados del análisis elástico lineal por un factor de $0,85R$, este ajuste ($0,85R$) también pretende tener en cuenta las características únicas y las dificultades potenciales relacionadas con las estructuras irregulares en escenarios sísmicos, en ambos casos, los desplazamientos laterales se calculan con mayor precisión de acuerdo con las normas y requisitos de diseño especificados, teniendo en cuenta la resistencia de la estructura y su capacidad para soportar cargas sísmicas mediante los factores de reducción R .

Tabla 7
Valores máximos de la distorsión del entrepiso

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.030 "Diseño Sismorresistente"

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Hiperasticidad

Como concepto general de diseño sismorresistente, se debe mencionar la conveniencia de estructuras con arreglo hiperestático; esto proporciona una mayor resistencia, cuando se diseñen estructuras donde el sistema de resistencia sísmica no sea hiperestático, se debe considerar el efecto negativo que tendría la falla de un miembro o junta sobre la estabilidad de la estructura (Blanco, 1996).

Continuidad de la estructura

La estructura debe ser continua tanto en el plano como en altura con elementos cuya rigidez no cambie bruscamente para evitar concentraciones de esfuerzos (Blanco, 1996).

Rigidez lateral

Para que la estructura resista fuerzas horizontales sin deformación significativa, debe estar equipada con elementos estructurales que proporcionen rigidez lateral en sus direcciones principales, la ventaja de las estructuras flexibles es que son más fáciles de analizar y lograr la flexibilidad deseada (Blanco, 1996).

Diafragma rígido

La existencia de una lámina rígida en su plano suele considerarse una premisa crucial en el proceso analítico, esto facilita pensar en la estructura como un todo, en el que las cargas horizontales aplicadas se dividen entre los pilares, muros y placas con las correspondientes resistencias laterales, de este modo, se garantiza que todas las deformaciones laterales permanezcan constantes a un cierto nivel (Blanco, 1996).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La propuesta de un análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema aporticado y el sistema dual presenta un mejor diseño estructural en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco- 2023

H₀: La propuesta de un análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema aporticado y el sistema dual no presenta un mejor diseño estructural en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca- Huánuco- 2023

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Sistemas estructurales aporticado y dual

Indicadores:

- Carga viva
- Carga muerta
- Parámetros de análisis sísmico
- Análisis Estático
- Análisis Dinámico

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Análisis Estructural

Indicadores:

- Estructuración
- Predimensionamiento
- Norma E.020
- Norma E.030
- Norma E.050
- Norma E.060

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8

Sistema de variables-dimensiones e indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. independiente Análisis Estructural	Cargas Estructurales	<ul style="list-style-type: none"> • Carga Viva • Carga Muerta 	Cuantitativa.	Razón
	Análisis Sísmico	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros del análisis sísmico • Análisis Estático • Análisis Dinámico 		
V. dependientes Sistemas estructurales aporticado y dual	Configuración Estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuración • Predimensionamiento 	Cuantitativa.	Razón
	Normas de diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Norma E.020 • Norma E.030 • Norma E.050 • Norma E.060 		Nominal

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

El objetivo principal del presente proyecto será de naturaleza cuantitativa, ya que implica la recopilación y el análisis de datos con el fin de evaluar una hipótesis. El proceso de estudio se lleva a cabo utilizando métodos y procesos numéricos, y esta evaluación se basa en medidas numéricas.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

En este proyecto, presentará un alcance o nivel explicativo, porque describimos los procesos estructurales que tienen lugar, analizamos el comportamiento de la estructura y luego comparamos los resultados de ambos sistemas aporticado y dual usando el software Etbas nos brindará distintos resultados que luego de la investigación conoceremos las diferencias que puedan existir entre ambos sistemas.

3.1.3. DISEÑO

En este proyecto se empleará una estrategia de diseño no experimental. El objetivo de esta estrategia es examinar y comparar cómo los diseños de los sistemas aporticado y dual reaccionan a los eventos sísmicos de manera diferente y/o similar. A diferencia de un diseño experimental, en el que se modificarían los factores y se realizarían pruebas, en este caso se examinarán los diseños existentes y se realizarán análisis teóricos y comparaciones para comprender mejor cómo responden los sistemas aporticado y dual ante un evento sísmico.

M1-----O1

M2-----O2

Donde:

M1: Edificación usando el sistema aporticado

M2: Edificación usando el sistema dual

O1: Observación tomada de la muestra usando el sistema aporticado

O2: Observación tomada de la muestra usando el sistema dual

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estudiada estará representada por diversos edificios de viviendas multifamiliares cercanos ubicado en el distrito de Pillco Marca, Provincia y Departamento de Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

La muestra de la investigación será representada por la vivienda multifamiliar. Esta estructura estará ubicada en el distrito de Pillco Marca, Provincia y Departamento de Huánuco.

- **Criterios de inclusión:** Se tratará de edificios de viviendas multifamiliares ubicados en Cayhuayna Baja distrito de Pillco Marca con similares características de suelo y área, así como los terrenos de las dos estructuras formadas por el sistema investigado en este estudio.
- **Criterios de exclusión:** El estudio se centra en una serie de ubicaciones para viviendas plurifamiliares de más de cinco plantas situadas en diversas zonas sísmicas y con diversas características del suelo, en estos emplazamientos se han colocado sistemas estructurales distintos de los que se investigan en este estudio. Se tienen en cuenta usos comerciales, industriales y de otro tipo, además de las viviendas.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica: Se examinará el diseño estructural de los sistemas de pórtico y doble en el caso de un evento sísmico utilizando el enfoque de observación directa. A lo largo de este procedimiento, se documentará y estudiará meticulosamente el comportamiento estructural de ambos modelos cuando se les somete a un evento sísmico simulado o real, esta observación aportará importantes conocimientos sobre cómo reacciona cada sistema a las fuerzas sísmicas y cómo se comportan los componentes estructurales cuando se producen sacudidas sísmicas.

Instrumentos: Fidias (2012) muestra que los instrumentos son las herramientas necesarias para recolectar información relevante sobre el estudio investigado, los cuales pueden ser: escalas, fichas, guías de entrevista, formatos de encuesta o de opinión.

Como instrumentos se usarán lo siguiente:

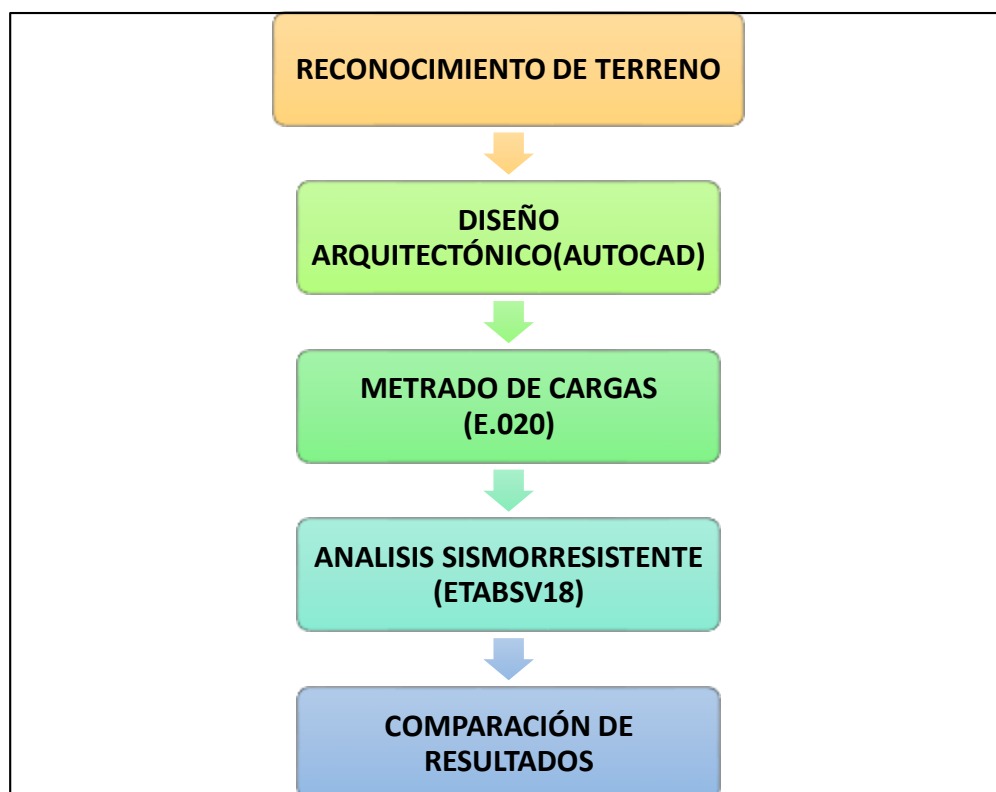
- Tesis
- Revistas
- Artículos
- Norma E020 Cargas
- Norma E030 Diseño sismorresistente
- Norma E050 Suelos y cimentaciones
- Norma E060 Concreto armado
- ACI318-19
- Manual de uso del software Etabs v18
- Instrumentos de medición
- Laptop

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se visitará el lugar de la investigación, el jirón Las Casuarinas, en el barrio de Pillco Marca. Durante esta visita se realizará un estudio del lugar de acuerdo con las normas señaladas en la Norma E.050. También se utilizará como referencia principal el Reglamento Nacional de Edificación y el software AutoCAD para evaluar los planos.

A continuación se calcularán las cargas de acuerdo con los requisitos de la norma E.020, especialmente para una residencia plurifamiliar. A continuación, se completará el estudio y el diseño estructural de dos sistemas: el sistema dual y el sistema de pórtico. Estos diseños se crearán de acuerdo con las recomendaciones de las normas E.030 y E.060, respectivamente, finalmente se compararán y confirmarán los resultados de cada sistema estructural y se evaluará su rendimiento y su conformidad con las normas y leyes pertinentes.

Figura 2
Para la presentación de datos



3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para cada modelo para el que se crearon los planos arquitectónicos, tanto el pórtico como los sistemas estructurales duales serán inspeccionados y se verificará que cumplen con los requisitos de diseño de las NTP E.020, E0.30, E0.50 y E 0.60. A continuación, se estructurará cada casa y se realizará su medición de carga utilizando el software Etabs v18 para analizar el diseño estructural y comparar el diseño estructural obtenido.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

En el barrio de Pillco Marca, se construirá una vivienda plurifamiliar de 5 plantas como parte de este proyecto. La superficie total construida será de 180 m², de los cuales 128,45 m² serán edificables. Del segundo al quinto piso, los niveles se mantienen constantes en todo el edificio. Ambos sistemas estructurales, el dual o el aporticado, tienen alturas similares de 14 metros sobre el suelo. El objetivo de esta uniformidad es facilitar la comparación equitativa y exhaustiva de los dos sistemas para evaluar y comparar sus características y rendimiento.

4.1.2. ARQUITECTURA

Los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana A.0.20 se tuvieron en cuenta durante toda la fase de diseño arquitectónico del proyecto. Esto dio lugar a un plan para la arquitectura que es el mismo para ambos sistemas estructurales.

Los componentes estructurales se colocaron cuidadosamente una vez decidida la arquitectura para evitar cambiar la configuración prevista. Este método garantizó que la colocación de los elementos estructurales se integrara perfectamente en el estilo arquitectónico general.

Para mantener la continuidad con la disposición arquitectónica previamente creada, se realizaron modificaciones en las dimensiones preliminares de los componentes estructurales tanto para el sistema portalizado como para el sistema dual. Este procedimiento garantizó que los elementos estructurales se ajustaran eficazmente a la disposición arquitectónica del proyecto.

4.1.3. PREDIMENSIONAMIENTO

En función del diseño singular de la vivienda, que en este caso es una vivienda plurifamiliar con cargas modestas, se eligió el tipo de losa. Se optó por losas aligeradas porque aportan ventajas en términos de coste y tienen la capacidad de soportar grandes luces sin experimentar deformaciones severas. Esto se debe a que son más ligeras que otras opciones, lo que reduce significativamente la carga total del edificio. Esta opción es más económica y eficaz en el contexto de proyectos de construcción como éste, lo que permite optimizar los recursos.

Losa Aligerada

De acuerdo con los lineamientos establecidos para este tipo de losas, se han especificado luces entre 4 y 5.5 metros en base a las especificaciones ofrecidas y tomando en cuenta las normas de diseño para losas aligeradas.

Se utilizará el enfoque de sobrecarga descrito en la Norma Técnica Peruana E.06 para predimensionar la losa en una dirección. Siguiendo la Norma Técnica Peruana E.020, se considerará una sobrecarga $S/C=200$ kg/m² especialmente para viviendas.

$$h = \frac{Ln}{28}$$

Tabla 9
Espesor de losa aligerada según S/C

Sobrecarga S/C	150 kg/m ²	200 kg/m ²	250 kg/m ²	300 kg/m ²	350 kg/m ²	400 kg/m ²	450 kg/m ²	500 kg/m ²
Peralte de la losa: h	$h = \frac{Ln}{30}$	$h = \frac{Ln}{28}$	$h = \frac{Ln}{26}$	$h = \frac{Ln}{24}$	$h = \frac{Ln}{22}$	$h = \frac{Ln}{21}$	$h = \frac{Ln}{20}$	$h = \frac{Ln}{19}$

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.060 "Concreto Armado" (2020)

Lo cual se usará losas de 0.2 m de espesor.

Vigas

➤ Vigas Principales

Considerando una sobrecarga de 200 kg/cm² y una luz entre ejes de 5.25 m además de que la edificación se encuentra en la categoría C, usamos la fórmula de la siguiente tabla.

Tabla 10
Categorías establecidas según tipo de edificación

Categoría			
A	B	C	D
Edificaciones esenciales	Edificaciones importantes	Edificaciones comunes	Edificaciones temporales
$h = \frac{L}{10}$	$h = \frac{L}{11}$	$h = \frac{L}{12}$	A criterio del proyectista

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.030 "Diseño Sismorresistente" (2019)

Lo cual se obtuvo unas vigas principales de h= 0.45 m y b= 0.3 m.

➤ Vigas Secundarias

Considerando una sobrecarga de 200 kg/cm² y una luz entre ejes de 5.25 m además de que la edificación se encuentra en la categoría C, usamos la fórmula de la siguiente tabla.

Tabla 11
Categorías establecidas según tipo de edificación

Categoría			
A	B	C	D
Edificaciones esenciales	Edificaciones importantes	Edificaciones comunes	Edificaciones temporales
$h = \frac{L}{13}$	$h = \frac{L}{14}$	$h = \frac{L}{15}$	A criterio del proyectista

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.030 "Diseño Sismorresistente" (2019)

Lo cual se obtuvo unas vigas principales de h= 0.35 m y b= 0.3 m.

Columnas

Para el predimensionamiento de las columnas se consideró el área tributaria desde sus ejes, el peso de la edificación y el total de pisos de la estructura, al predimensionar las columnas se tuvieron en cuenta varias consideraciones importantes. En primer lugar, se consideró la región tributaria a partir del eje de la columna. Esto requiere tener en cuenta la superficie que sostendrá cada columna y la distribución de las cargas en esa superficie, también se tuvo en cuenta el peso total del edificio, que incluía todos sus componentes arquitectónicos, estructurales y de acabado. Dado que estas cargas se transferirán de los pisos superiores a los cimientos, el peso de la estructura es un componente crítico para establecer las cargas verticales que deberán soportar los pilares, el número total de plantas del edificio fue un factor importante a la hora de predimensionar los pilares. Las cargas verticales y horizontales que deben soportar los pilares dependen directamente del número de plantas. Los pesos aumentan con el número de plantas, lo que afecta al tamaño y la resistencia de los pilares

Estos tres elementos -el área tributaria, el peso total del edificio y el número de plantas- son cruciales para el procedimiento de predimensionamiento de los pilares. Es crucial tener en cuenta que estas estimaciones son sólo preliminares y que serán necesarias más evaluaciones en profundidad para garantizar la solidez estructural y la seguridad del edificio.

Tabla 12
Predimensionamiento de columnas

DIMENSIONAMIENTO			ANALISIS GENERAL (ESTRUCTURACION SIMETRICA)								
Tipo de Columna	Área Tributaria	Vs (Kg)	b D	-	Si b = D (cm)	b (cm) (mínimo)	D (cm) (Calc)	b D	Check	USAR	
C-1	E	5.380 m2	32,360.70	996.50	-	31.57 cm	30 cm	35 cm	1,050	OK	30x35
C-2	L	8.610 m2	51,789.15	1,260.63	-	35.51 cm	30 cm	45 cm	1,350	OK	30x45
C-3	L	8.460 m2	50,886.90	1,249.60	-	35.35 cm	30 cm	45 cm	1,350	OK	30x45
C-4	E	5.230 m2	31,458.45	982.51	-	31.34 cm	30 cm	35 cm	1,050	OK	30x35
C-5	L	11.160 m2	67,127.40	1,435.22	-	37.88 cm	45 cm	35 cm	1,575	OK	45x35
C-6	C	17.850 m2	107,367.75	1,815.12	-	42.60 cm	45 cm	45 cm	2,025	OK	45x45
C-7	C	17.530 m2	105,442.95	1,798.77	-	42.41 cm	45 cm	45 cm	2,025	OK	45x45
C-8	L	10.840 m2	65,202.60	1,414.49	-	37.61 cm	45 cm	35 cm	1,575	OK	45x35
C-9	E	5.780 m2	34,766.70	1,032.88	-	32.14 cm	30 cm	35 cm	1,050	OK	30x35
C-10	L	9.240 m2	55,578.60	1,305.93	-	36.14 cm	30 cm	45 cm	1,350	OK	30x45
C-11	L	9.080 m2	54,616.20	1,294.58	-	35.98 cm	30 cm	45 cm	1,350	OK	30x45
C-12	E	5.610 m2	33,744.15	1,017.58	-	31.90 cm	30 cm	35 cm	1,050	OK	30x35

Por lo tanto, usaremos 4 tipos de columnas:

- Columnas esquineras de 30x35 cm²
- Columnas laterales de 30x45 y 45x35 cm²
- Columnas centrales de 45x45 cm²

4.1.4. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA APORTICADO

Después de predimensionar las estructuras con el software Microsoft Excel, las partes estructurales (columnas, vigas, placa de luz y placas de elevación) se modelaron en Etabs v18 para garantizar que los predimensionamientos realizados y que logren cumplir con los parámetros de la norma peruana.

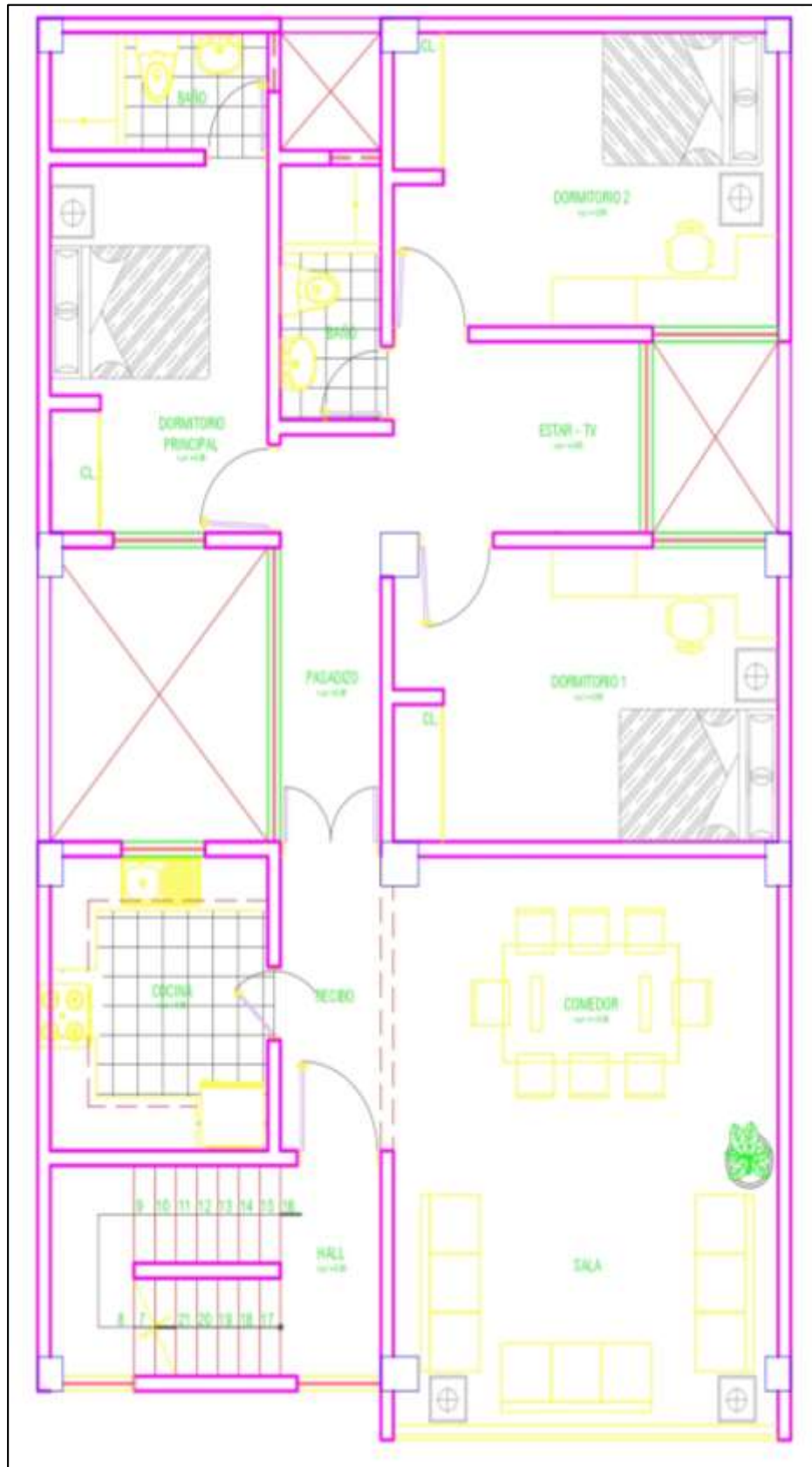
Distribución Arquitectónica

Figura 3
Planta del primer nivel



Nota. Se tiene la distribución arquitectónica del primer nivel del sistema estructural aporticado. AutoCAD.

Figura 4
Planta del 2-5 nivel



Nota. Se tiene la distribución arquitectónica del segundo al quinto nivel del sistema estructural aporticado. AutoCAD.

Propiedades de material

➤ Concreto:

Resistencia a la compresión	: $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$
Peso volumétrico del concreto	: $\delta c = 2.4 \text{ tn/m}^3$
Módulo de elasticidad	: $E = 2173706.51 \text{ tn/m}^3$
Módulo de Poisson	: $uc = 0.2$
Módulo de corte	: $G = 905711.04 \text{ tn/m}^2$

Figura 5
Propiedades del concreto

ET Material Property Data

General Data

Material Name: Fc=210 kg/cm2

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Blue] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2.4 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.244732 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2173706.5 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 905711.04 tonf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

introducirlo al software Etabs. Software Etabs v18

➤ **Acero:**

Acero de fluencia : $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Peso volumétrico del acero : $\delta_s = 7.85 \text{ tn/m}^3$
Módulo de elasticidad : $E = 20000000 \text{ tn/m}^3$

Figura 6
Propiedades del acero

ET Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Nota: Se tiene las propiedades para el acero de refuerzo del sistema aporticado de los cuáles se tomó como referencia de la NTP E.060 de concreto armado para luego introducirlo al software Etabs. Software Etabs v18

Dimensionamiento

➤ Vigas

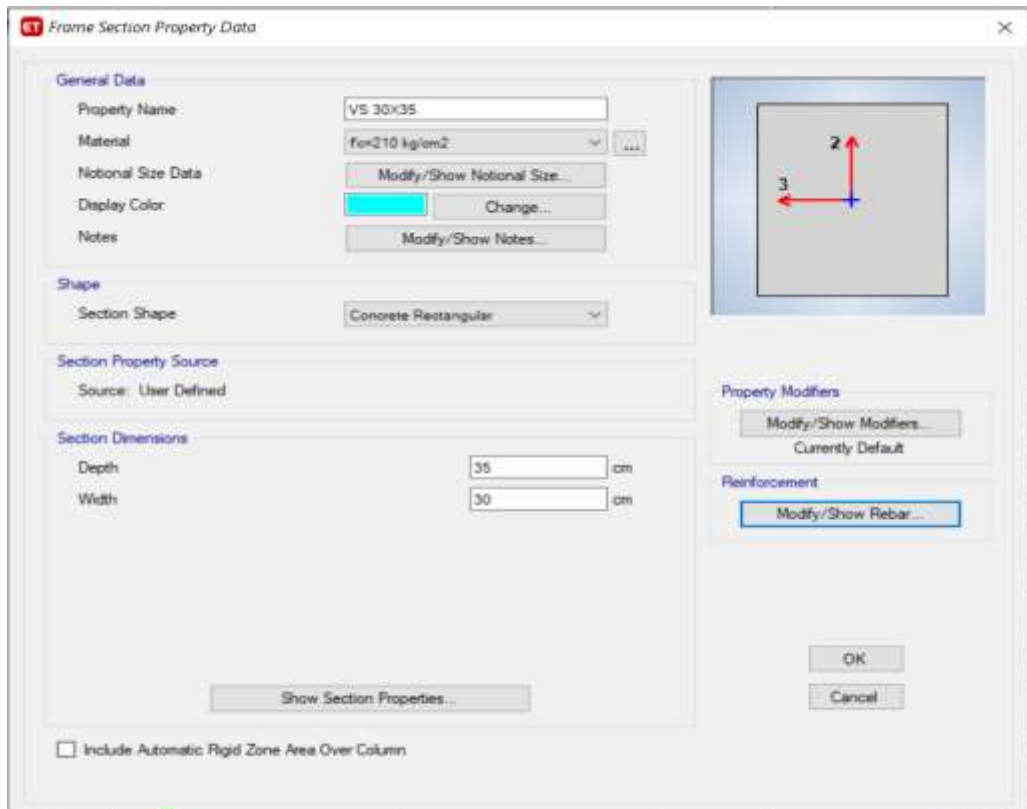
Se dimensionó 2 tipos de viga en el software Etabs que se explican en las siguientes figuras.

Figura 7
Dimensionamiento de Viga Principal



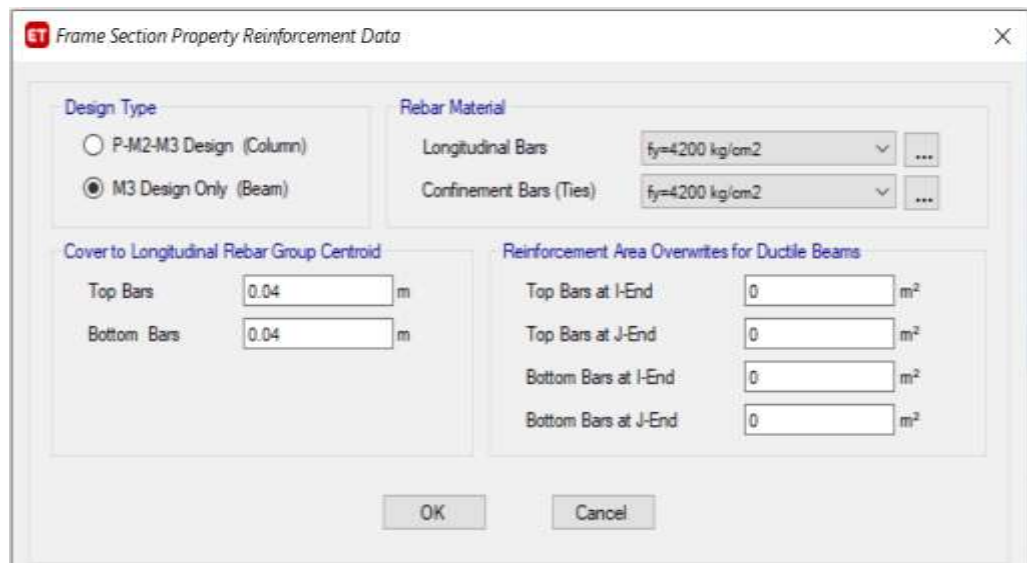
Nota. Se tiene las dimensiones de la viga principal de 30X45 con la sección de concreto rectangular del sistema aporticado. Software Etabs v18.

Figura 8
Dimensionamiento de Viga Secundaria



Nota: Se tiene las dimensiones de la viga secundaria de 30X35 con la sección de concreto rectangular del sistema aporticado. Software Etabs v18

Figura 9
Propiedades de sección



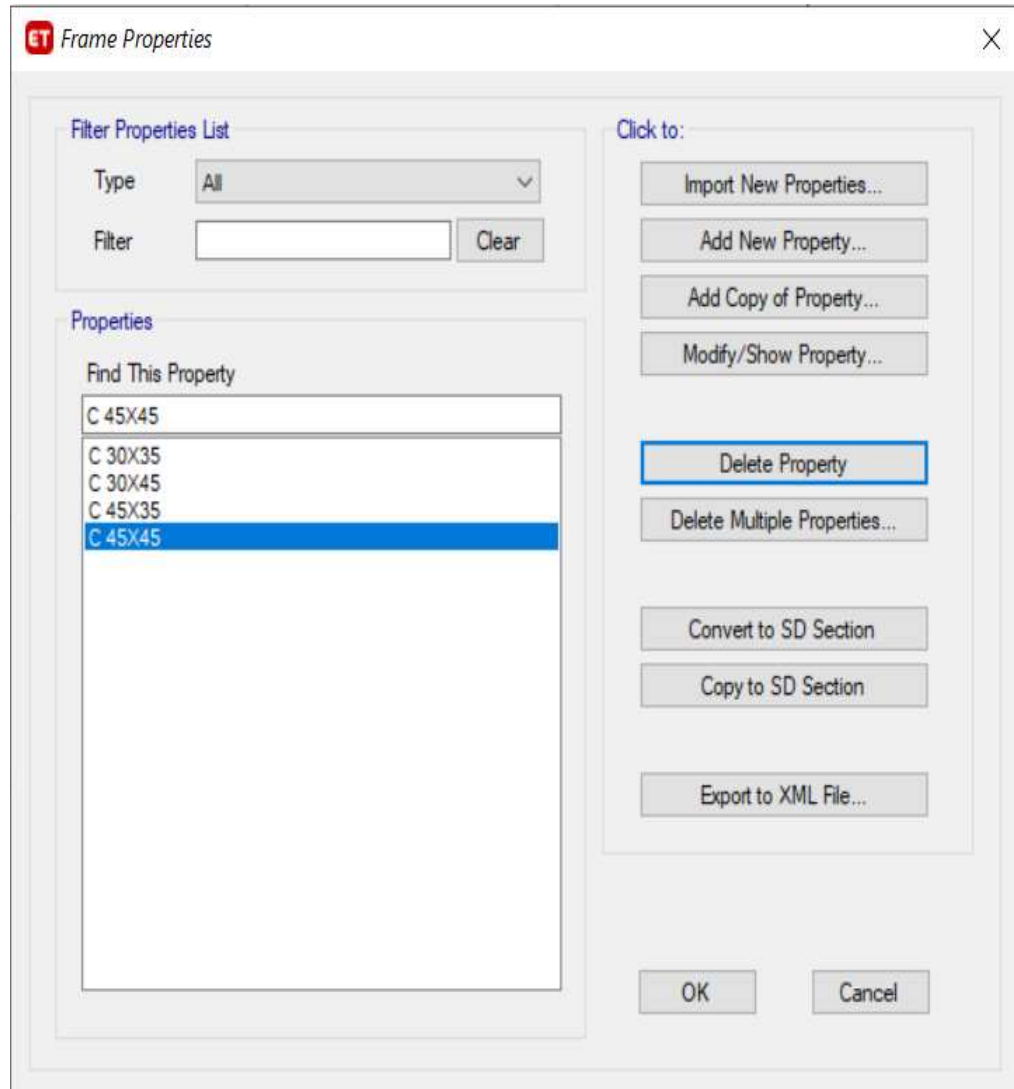
Nota: Se tiene el recubrimiento de 0.04m y un refuerzo de acero de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ para ambas secciones de vigas del sistema aporticado. Software Etabs v18.

➤ **Columnas**

Para las columnas se dimensiona 4 tipos de secciones:

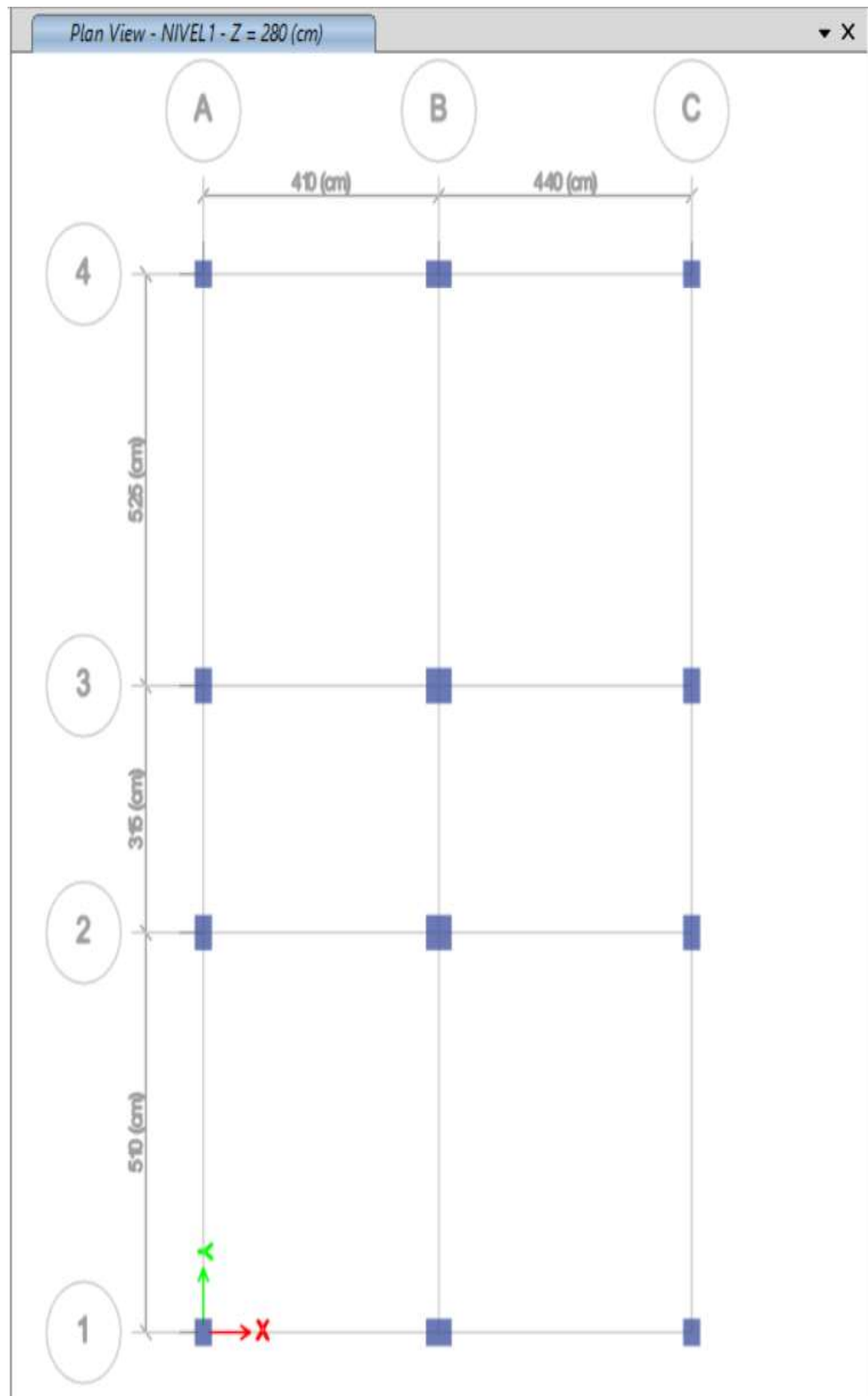
- Columnas esquineras de 30x35 cm²
- Columnas laterales de 30x45 y 45x35 cm²
- Columnas centrales de 45x45 cm²

Figura 10
Propiedades de sección de columnas



Nota. Se tiene el dimensionamiento de los 4 tipos de secciones de columnas requeridas en el modelamiento de la estructura del sistema aporticado. Software Etabs v18.

Figura 11
Asignación de columnas



Nota. Se tiene los 4 tipos de columnas asignados al modelamiento en sus respectivos lugares esquinera, laterales y centrales del sistema aporticado. Software Etabs v18.

➤ **Losa Aligerada**

Figura 12
Propiedades de la losa aligerada

ET Slab Property Data

General Data

Property Name: Losa Aligerada

Slab Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Use Special One-Way Load Distribution

Property Data

Type: Ribbed

Overall Depth: 20 cm

Slab Thickness: 5 cm

Stem Width at Top: 10 cm

Stem Width at Bottom: 10 cm

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 40 cm

Rib Direction is Parallel to: Local 1 Axis

OK Cancel

Nota. Se tiene las propiedades de losa aligerada de 20cm de espesor del sistema aporticado, un espesor de loseta de 5cm, ancho de vigueta de 10cm y una separación entre ejes de viguetas de 40 cm. Software Etabs v18.

Asignación de cargas

➤ Carga Muerta

Peso volumétrico del concreto : 2400kg/m³

Peso de losa aligerada : 300 kg/m²

Peso de tabiquería : 270 kg/m²

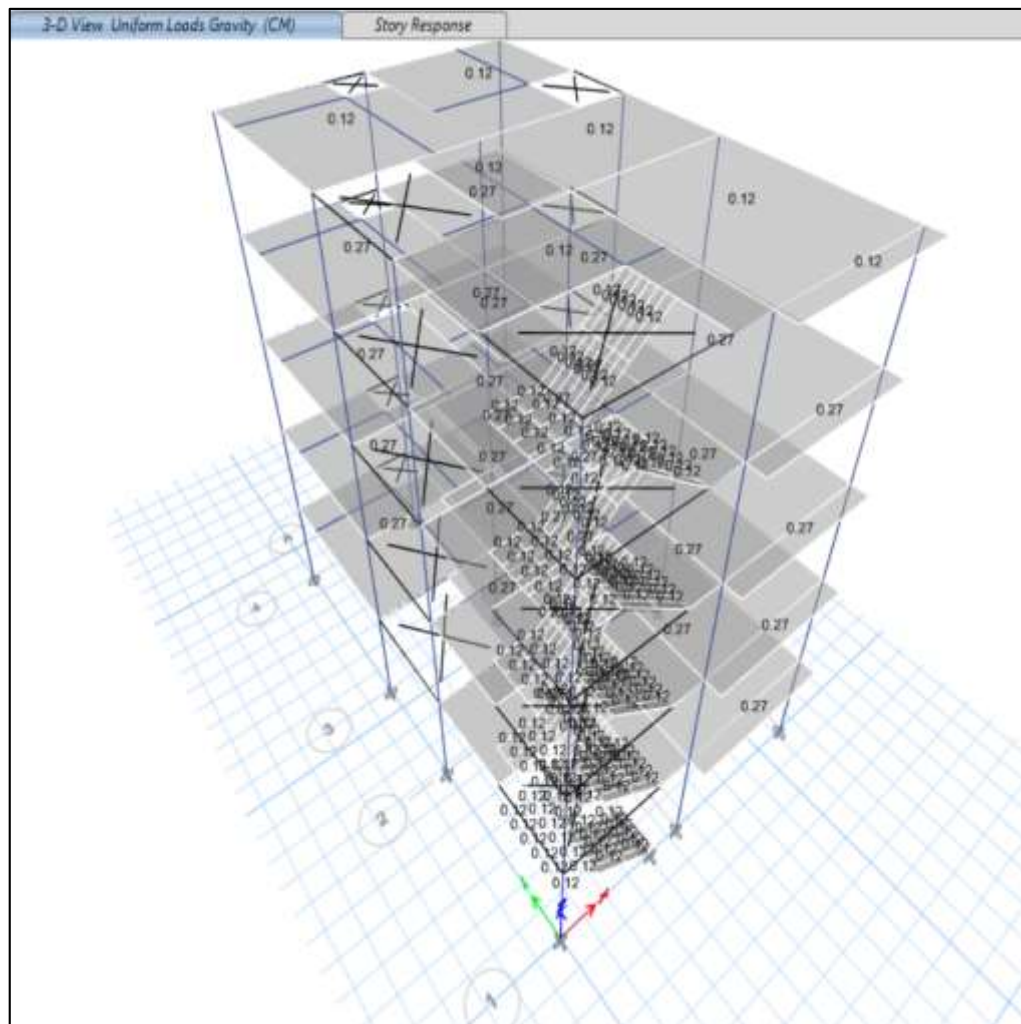
➤ Carga Viva

Sobrecarga : 200 kg/m²

Carga de techo : 100 kg/m²

Figura 13

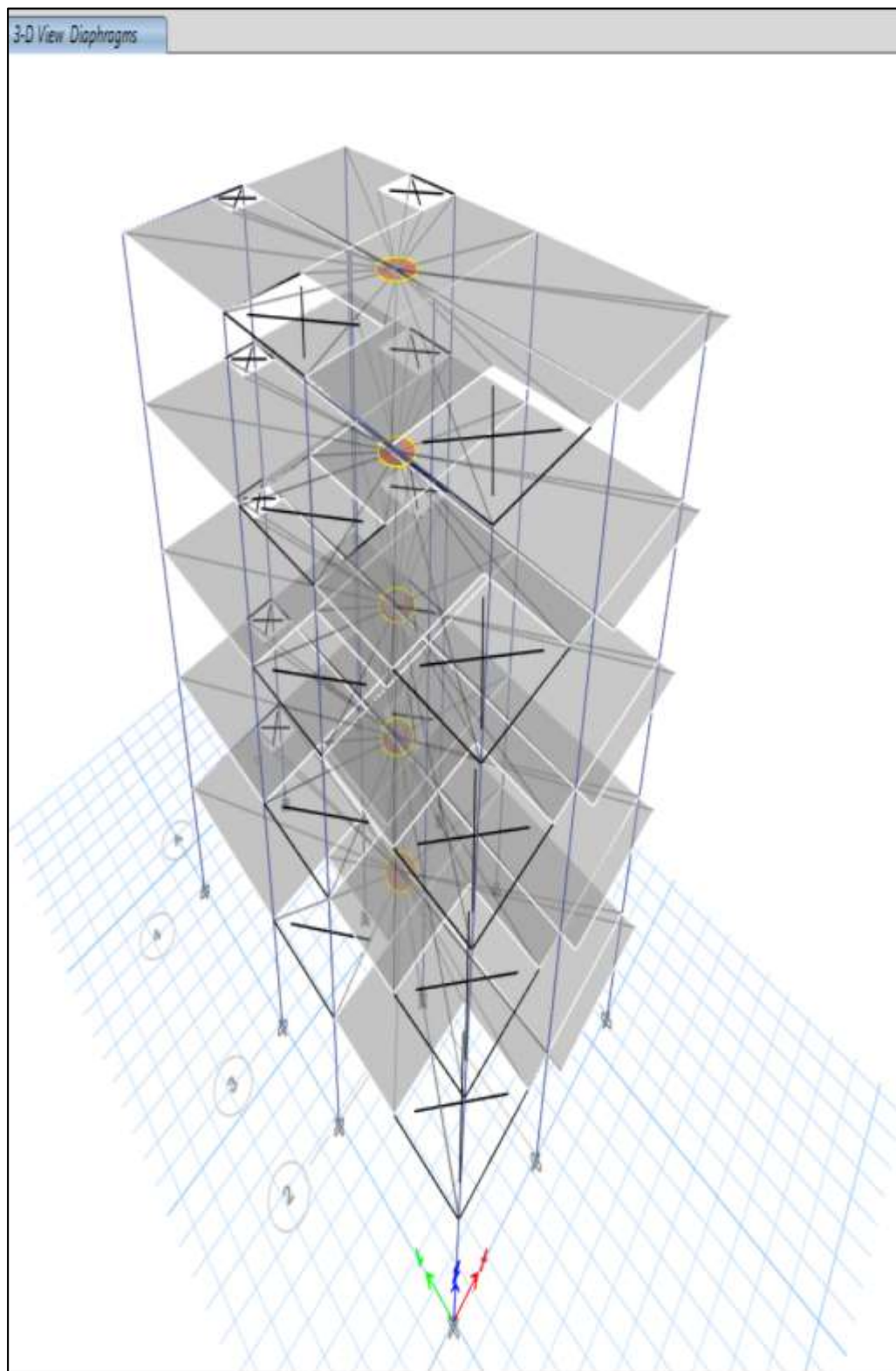
Asignación de las cargas



Nota. Se tiene la asignación de las cargas muertas y cargas vivas de la estructura del sistema aporricado según indicado anteriormente. Software Etabs v18.

Asignación de diafragma

Figura 14
Asignación de derivas por nivel



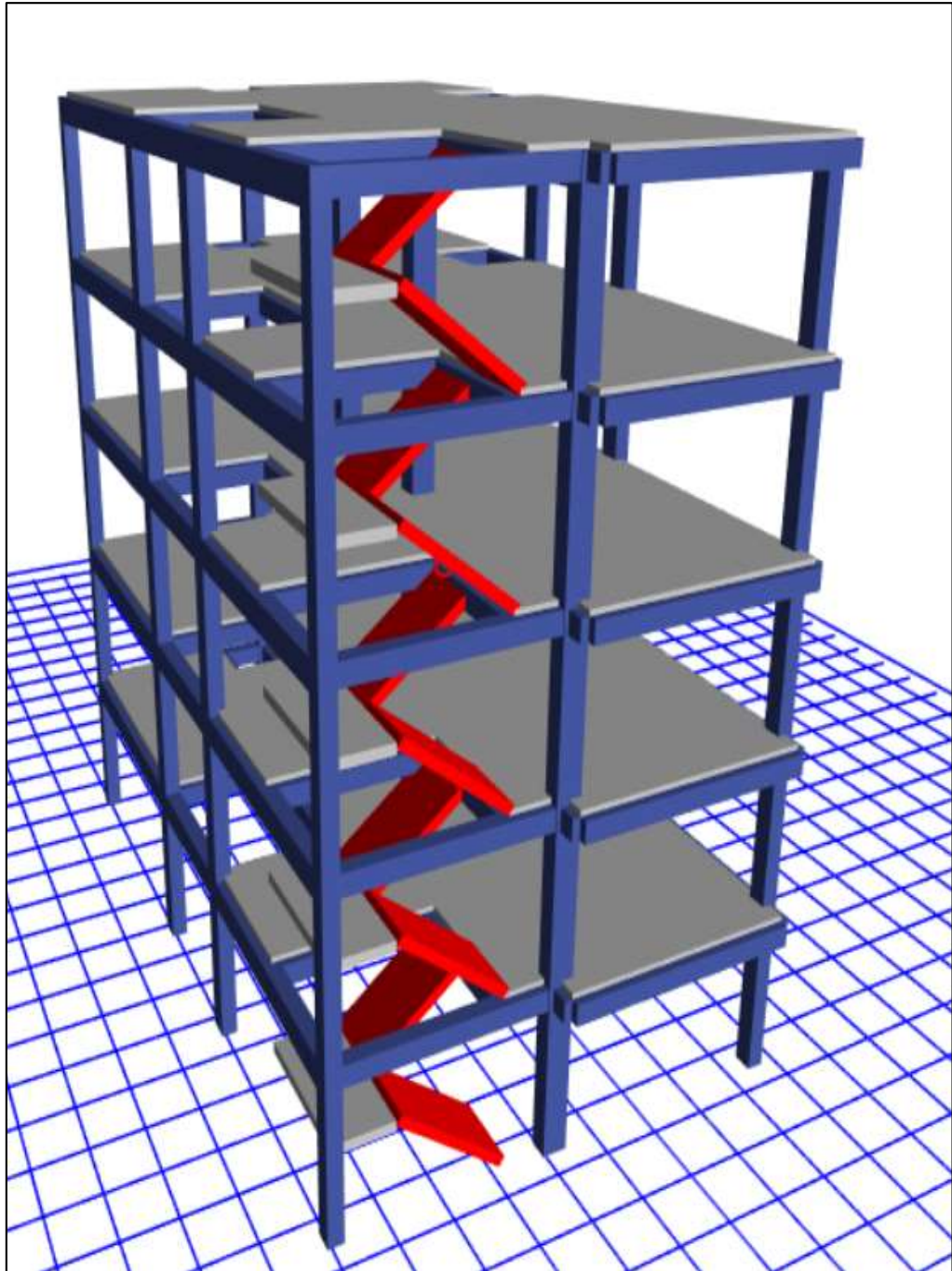
Nota. Se tiene la asignación de los diafragmas en los 5 niveles del edificio del sistema aporticado, excluyendo la escalera; el cual luego nos ayudará a determinar las derivas de cada nivel. Software Etabs v18.

Modelado

Se realizó el modelado con el fin de obtener resultados del análisis estructural. Donde cumplimos con cada una de los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana.

Figura 15

Modelamiento de la vivienda multifamiliar de 5 niveles



Nota. Se tiene la estructura final modelada con todos los elementos estructurales requeridos del sistema aperticado. Software Etabs v18.

Parámetros de sitio

➤ Factor de zona

La vivienda multifamiliar se encuentra en el distrito de Pillco Marca, donde a su vez se encuentra en la Zona Sísmica 2 donde su factor $z=0.25$ que nos menciona la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

Tabla 13
Zonificación Sísmica

Región	Provincia	Distrito	Zona Sísmica	Ámbito
Huánuco	Huánuco	Huánuco	2	Todos los distritos
		Amarilis		
		Chinchao		
		Churubamba		
		Margos		
		Pillco Marca		
		Quisqui		
		San Francisco de Cayrán		
		San Pedro de Chaulán		
		Santa María del Valle		
		Yarumayo		
		Yacus		
San Pablo de Pillao				

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.030 "Diseño Sismorresistente" (2019)

➤ Parámetros de Sitio (S, Tp y TL)

Se consideró para el estudio un tipo de suelo S2.

Tabla 14
Factor de suelo NTE.030-2019

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO	Perfil = S0	Perfil = S1	Perfil = S2	Perfil = S3
Z4			1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2			1.20	1.40
Z1			1.60	2.00

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

Para la estructura usaremos el factor de suelo de: $S = 1.2$

Tabla 15
 Período TP y TL NTE.030-2019

Periodos	PERIODOS "TP" Y "TL"			
	Perfil = S0	Perfil = S1	Perfil = S2	Perfil = S3
TP (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

Lo que nos da los factores para un suelo S2:

$$T_p(S) = 0.6 \qquad T_L(S) = 2.0$$

➤ **Periodo fundamental**

El período fundamental de vibración lo calculamos mediante la siguiente fórmula:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Siendo: $h_n = 14$ metros

$C_T = 35$

(Para edificios de concreto armado sin muros de corte o pórticos dúctiles de acero que presentan uniones resistentes a los momentos y sin arriostramiento)

Por lo tanto el periodo fundamental es el mismo.

$$T = 0.4$$

➤ **Factor de amplificación sísmica**

El nuevo rango del factor de amplificación sísmica lo determinamos usando las siguientes fórmulas:

$$T < T_p \qquad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \qquad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \qquad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$C = 2.5$$

➤ **Categoría y factor de Uso**

La edificación corresponde a una vivienda multifamiliar.

La estructura corresponde a una vivienda multifamiliar por lo que este pertenece a la categoría de edificaciones comunes y además el cual nos da un factor de uso $U = 1.00$.

➤ **Factor de Reducción Básico**

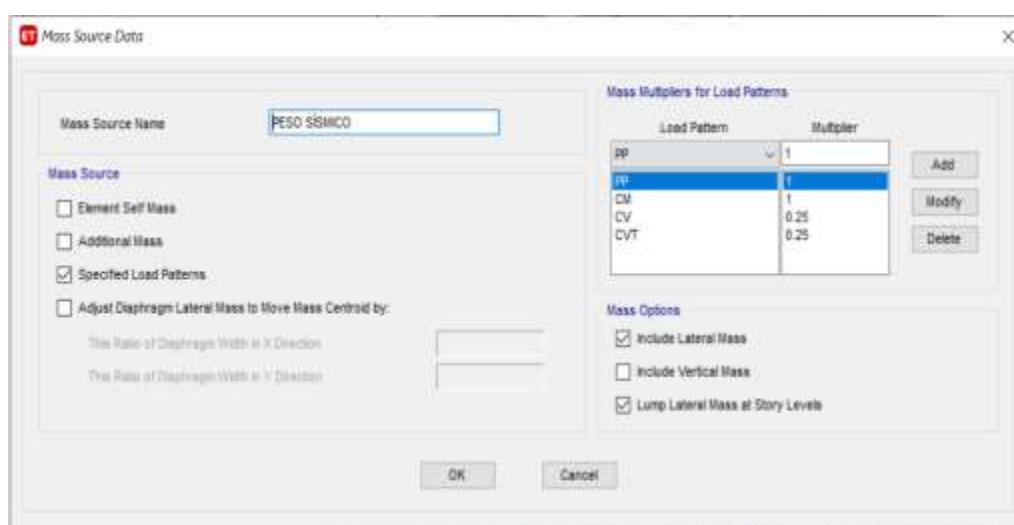
Dado que la edificación es del sistema estructural de concreto armado tipo pórtico, lo cual nos da un valor de factor de reducción de:

$$R = 8.0$$

Peso de la edificación

Según el artículo 26 de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente nos menciona que para edificaciones de tipo C, tomemos el 100% de la carga muerta y peso propio, el 25% para cargas vivas y cargas vivas de techo.

Figura 16
Peso sísmico de la estructura



Nota. Se tiene lo mencionado en el artículo 26 de la NT-E.030 de diseño sismorresistente el cual es 100%CM+25%CV para edificaciones comunes. Software Etabs v18.

Se tiene el peso de la edificación acumulado y por piso calculado mediante el software Etabs v18.

Tabla 16
Peso de la edificación por piso

STORY	Diafragma	P (Tn)	P_Piso (Tn)
5	D5	73.8877	73.8877
4	D4	166.073	92.1853
3	D3	258.2584	92.1854
2	D2	350.4437	92.1853
1	D1	442.6291	92.1854

Análisis de Irregularidades

Se realiza los cálculos para conocer si la estructura presenta irregularidades.

➤ **Irregularidad de Piso Blando**

Se presentan los casos que se requieren para que presente irregularidad según lo establecido en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

1. Caso I

$$K_i < 0.7K_{i+1}$$

2. Caso II

$$K_i < 0.8 \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right)$$

Si se presentan cualquiera de estos casos entonces sí presenta irregularidad por piso blando.

Tabla 17
Irregularidad de Piso Blando en el eje

STORY	Drift (m)	Shear (Tonf)	Stiffness (Tonf/m)	Caso I	Caso II	Verificación
5	0.014526	12.2458	843.0262977			
4	0.011881	25.2649	2126.496086	2.522455221		
3	0.008906	35.0698	3937.772288	1.851765594	2.65	REGULAR
2	0.005782	41.6501	7203.407126	1.829310229	3.13	REGULAR
1	0.003132	44.9847	14362.93103	1.993907992	3.25	REGULAR

Tabla 18
Irregularidad de Piso Blando en el eje Y

STORY	DriftY (m)	Shear Y (Tonf)	Stiffness Y (Tonf/m)	Caso I	Caso II	Verificación
5	0.009238	12.212	1321.931154			
4	0.008385	25.1821	3003.231962	2.27185202		
3	0.006782	34.936	5151.282807	1.715246399	2.38	REGULAR
2	0.004539	41.4675	9135.822868	1.773504428	2.89	REGULAR
1	0.001936	44.7631	23121.43595	2.53085423	4.01	REGULAR

En este caso no presenta Irregularidad por Piso Blando.

➤ **Irregularidad de piso débil**

Se presenta el caso que se requiere para que presente irregularidad según lo establecido en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

1. Caso I

$$V_i < 0.8V_{i+1}$$

Tabla 19
Irregularidad de Piso Débil o en el eje

STORY	Carga	Shear (Tonf)	Caso I	Verificación
5	S.ESTX	12.2458	1.00	REGULAR
4	S.ESTX	25.2649	2.06	REGULAR
3	S.ESTX	35.0698	1.39	REGULAR
2	S.ESTX	41.6501	1.19	REGULAR
1	S.ESTX	44.9847	1.08	REGULAR

Tabla 20
Irregularidad de Piso Débil o en el eje Y

STORY	Carga	Shear Y (Tonf)	Caso I	Verificación
5	S.ESTY	12.212	1.00	REGULAR
4	S.ESTY	25.1821	2.06	REGULAR
3	S.ESTY	34.936	1.39	REGULAR
2	S.ESTY	41.4675	1.19	REGULAR
1	S.ESTY	44.7631	1.08	REGULAR

En este caso no presenta Irregularidad por Piso Débil.

➤ **Irregularidad de Masa o Peso**

Se presentan los casos que se requieren para que presente irregularidad según lo establecido en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

1. Caso I

$$W_i > 1.5W_{i+1}$$

2. Caso II

$$W_i > 1.5W_{i-1}$$

Tabla 21
Irregularidad de Masa o Peso

STORY	Diafragma	P (Tn)	P_Piso (Tn)	Caso I	Caso II	Verificación
5	D5	81.196	81.196		0.816092693	REGULAR
4	D4	180.6896	99.4936	1.23	0.999998995	REGULAR
3	D3	280.1833	99.4937	1.00	1.000001005	REGULAR
2	D2	379.6769	99.4936	1.00	0.999998995	REGULAR
1	D1	479.1706	99.4937	1.00		

No existe irregularidad de masa o peso, porque la masa desde la primera hasta el quinto nivel es similar en el eje como en el Y, por lo que cumple con la norma de no exceder 1,5 veces el peso de un piso anterior o siguiente.

➤ **Irregularidad de Extrema Resistencia**

1. Caso I

$$V_i < 0.65V_{i+1}$$

Tabla 22
Irregularidad de Extrema Resistencia

STORY	Carga	Shear (Tonf)	Caso I	Verificación
5	S.ESTX	12.2458	1.00	REGULAR
4	S.ESTX	25.2649	2.06	REGULAR
3	S.ESTX	35.0698	1.39	REGULAR
2	S.ESTX	41.6501	1.19	REGULAR
1	S.ESTX	44.9847	1.08	REGULAR

Tabla 23
Irregularidad de Extrema Rigidez

STORY	Carga	Shear Y (Tonf)	Caso I	Verificación
5	S.ESTY	12.212	1.00	REGULAR
4	S.ESTY	25.1821	2.06	REGULAR
3	S.ESTY	34.936	1.39	REGULAR
2	S.ESTY	41.4675	1.19	REGULAR
1	S.ESTY	44.7631	1.08	REGULAR

En este caso no presenta Irregularidad de Extrema Rigidez.

➤ **Irregularidad Torsional**

1. Caso I

$$V_{max} > 0.5V_{permissible}$$

$$V_{max} > 1.3V_{prom}$$

Tabla 24
Irregularidad Torsional en X

STORY	Diafragma	$\Delta_{max}X$	Caso I	Verificación
5	D5	0.00566786	0.005972571	REGULAR
4	D4	0.00637500	0.008281929	REGULAR
3	D3	0.00882643	0.010088464	REGULAR
2	D2	0.00994929	0.010158107	REGULAR
1	D1	0.00671143	0.008720679	REGULAR

Tabla 25
Irregularidad Torsional en Y

STORY	Diafragma	$\Delta_{max}X$	Casi I	Verificación
5	D5	0.00188143	0.002275929	REGULAR
4	D4	0.00355286	0.004288607	REGULAR
3	D3	0.00498000	0.006000429	REGULAR
2	D2	0.00575357	0.006894643	REGULAR
1	D1	0.00419357	0.004930714	REGULAR

No existe irregularidad torsional ya que la deriva máxima no es mayor a 1.3 veces la desviación promedio.

Por lo tanto, la estructura es regular.

Análisis Estático

➤ **Cortante en la base**

Mencionado en la Norma Técnica Peruana E.030 de Diseño Sismorresistente, indica que se calcula con la siguiente fórmula.

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Pero para obtener la cortante en la base será necesario ingresar el factor del coeficiente basal v en ambas direcciones en el software Etabs, el cual lo determinamos mediante la siguiente fórmula:

$$C_{VX} = C_{VY} = \frac{ZUCS}{R}$$

En el cual reemplazamos los parámetros ya considerados anteriormente.

$$Z = 0.25$$

$$U = 1.00$$

$$C = 2.5$$

$$S = 1.2$$

$$R = 8.00$$

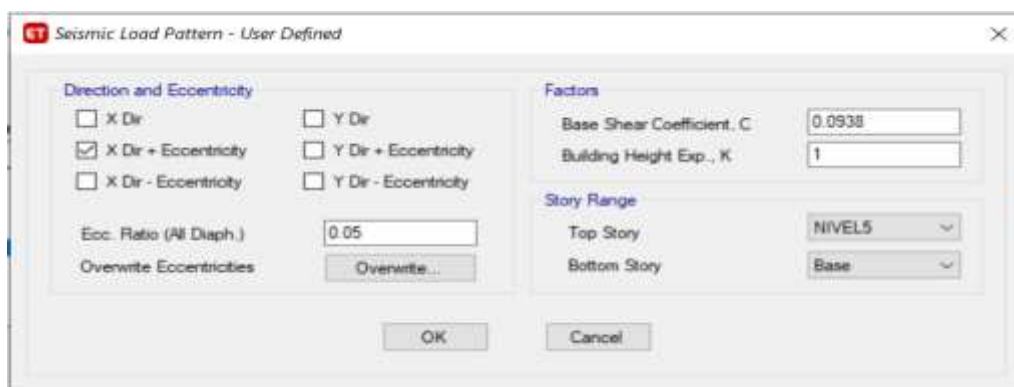
Donde obtuvimos el valor para ambas direcciones de:

$$C_{VX} = C_{VY} = 0.0938$$

Este valor ingresamos al software Etabs como asignación de carga sísmica.

Figura 17

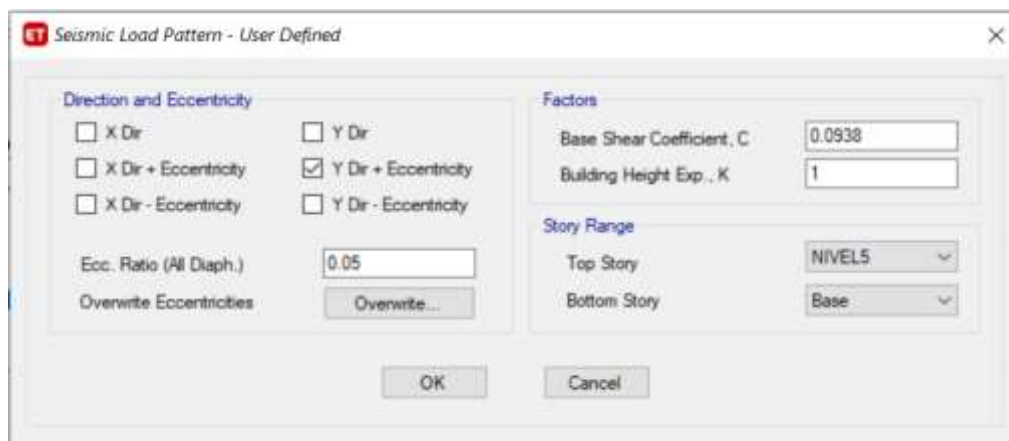
Asignación de coeficiente de base en los patrones de Carga en dirección X



Nota. Se tiene el coeficiente basal en dirección por el valor de 0.0938 del sistema aporticado. Etabs v18.

Figura 18

Asignación de coeficiente de base en los patrones de Carga en dirección Y



Nota. Se tiene el coeficiente basal en dirección Y por el valor de 0.0938 del sistema aporticado. Etabs v18

Donde luego de relizar el análisis con el software obtuvimos las fuerzas de la cortante de la base.

Tabla 26

Datos de la fuerza cortante en la base

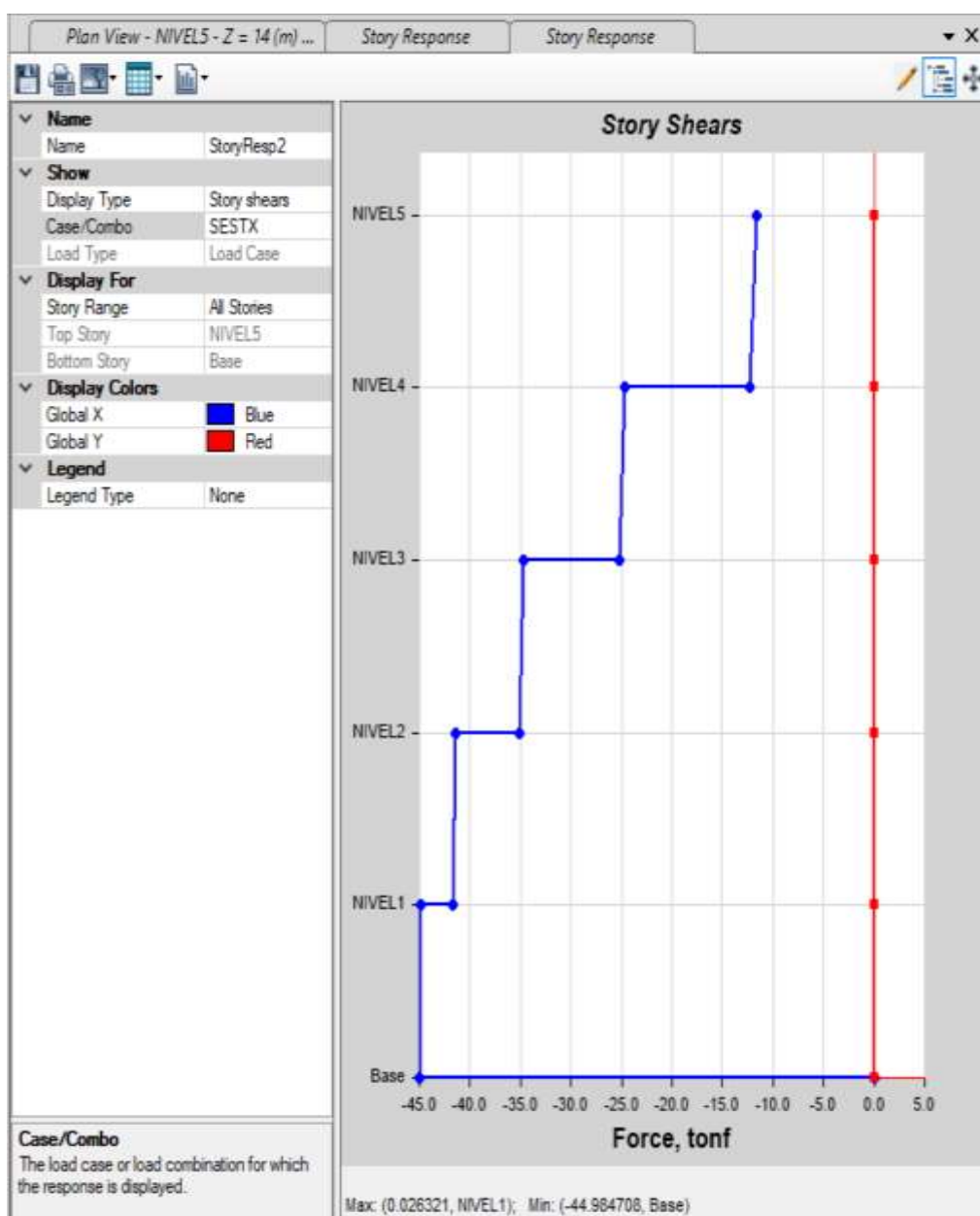
Dirección	Coeficiente	P(tn)	V(tn)
X-X	0.0938	479.1706	-44.985
Y-Y	0.0938	479.1706	-44.7631

Al realizar el análisis sísmico se obtiene la cortante por cada entrepiso.

Tabla 27
Datos de la fuerza cortante de cada nivel

Nivel	Elevación	Location	V tonf
Nivel5	14.00	Bottom	-12.2458
Nivel4	11.2	Bottom	-25.2649
Nivel3	8.4	Bottom	-35.0698
Nivel2	5.6	Bottom	-41.6501
Nivel1	2.8	Bottom	-44.9847

Figura 19
Visualización gráfica de la fuerza cortante de cada nivel



Nota. En la figura se observa de manera grafica el valor de cortante por cada piso en el software Etabs v18 con el análisis estático usando la Norma E.030-2019 del sistema aporticado. Etabs v18.

Análisis Dinámico

➤ Modos de vibración

Se toma 3 modos de vibración por cada nivel por lo que se establece 15 modos de vibración correspondientes a la estructura de 5 niveles

➤ Análisis Modal

Figura 20

Datos en la asignación de casos modales

Modal Case Data

General

Modal Case Name: Modal

Modal Case SubType: Ritz

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: PESO SÍSMICO

P-Delta/Nonlinear Stiffness

Use Preset P-Delta Settings: Noniterative based on mass

Note: Nonlinear case option for P-Delta does not apply when Preset P-Delta is noniterative based on mass.

Loads Applied

Load Type	Load Name	Maximum Cycles	Target Dyn. Par. Ratio, %
Acceleration	UX	0	99
Acceleration	UY	0	99

Other Parameters

Maximum Number of Modes: 15

Minimum Number of Modes: 1

OK Cancel

Nota. Se tiene la asignación del caso modal en el Software para la estructura de 5 niveles del sistema aporticado. Etabs v18.

Realizando el análisis sísmico con el software Etabs v18 obtienen los siguientes modos y periodos de la estructura.

Tabla 28
Valores de modos y periodos de la estructura

Case	Modo	Periodo (s)	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	0.686	0.7242	0.0138	0.7242	0.0138
Modal	2	0.535	0.0468	0.6996	0.7711	0.7134
Modal	3	0.484	0.0545	0.1199	0.8256	0.8334
Modal	4	0.216	0.0952	0.0019	0.9208	0.8353
Modal	5	0.172	0.0068	0.086	0.9276	0.9213
Modal	6	0.157	0.007	0.0158	0.9346	0.9371
Modal	7	0.12	0.0346	0.0009	0.9692	0.938
Modal	8	0.099	0.0025	0.032	0.9717	0.97
Modal	9	0.087	0.0078	0.0063	0.9795	0.9763
Modal	10	0.077	0.0125	0.0013	0.9921	0.9776
Modal	11	0.066	0.0007	0.0158	0.9928	0.9934
Modal	12	0.061	0.0044	0.0023	0.9971	0.9957
Modal	13	0.051	0.0002	0.0001	0.9973	0.9959
Modal	14	0.03	0.0003	0.0021	0.9976	0.9979
Modal	15	0.017	0.0017	0.0003	0.9993	0.9983

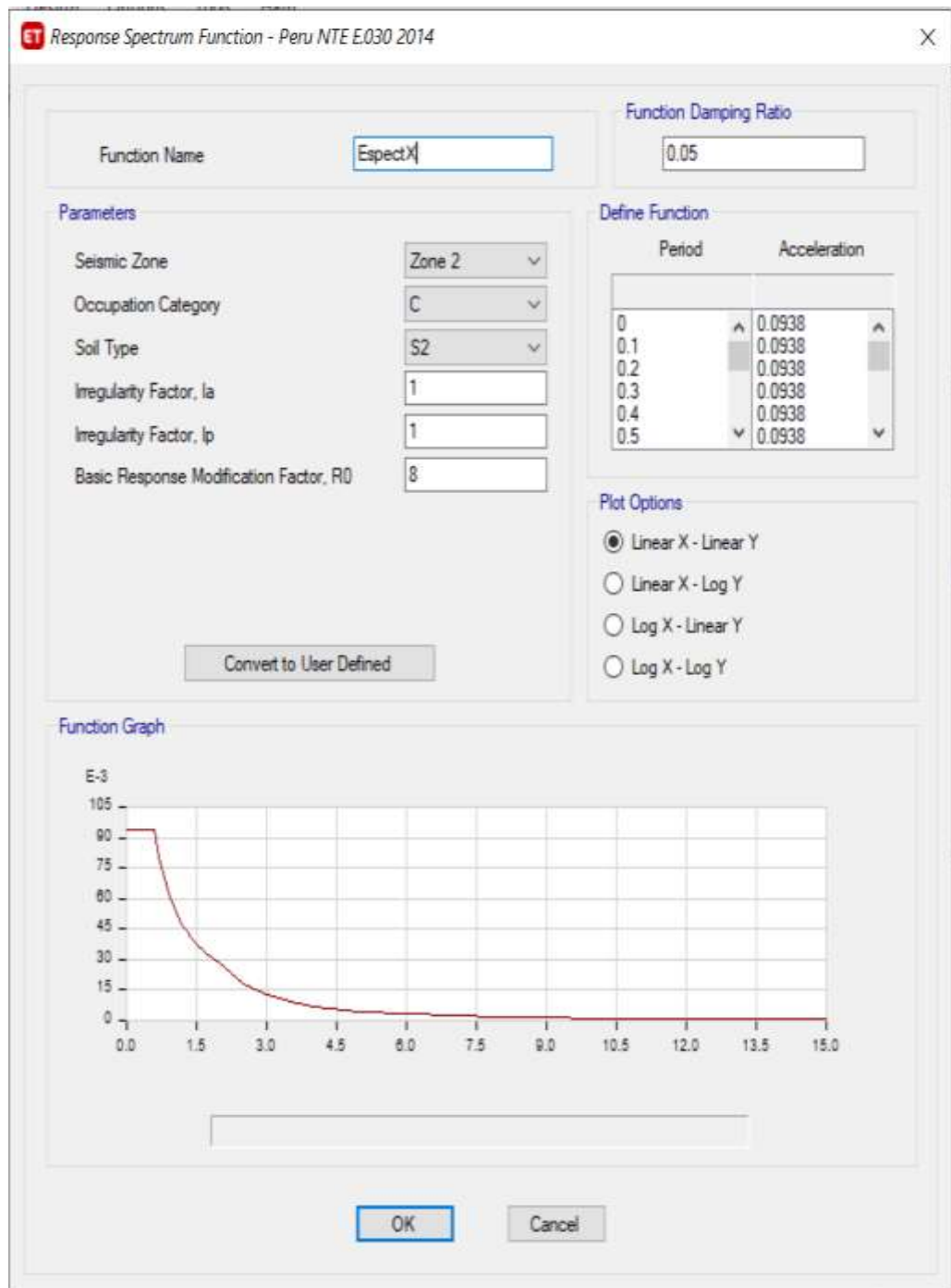
Se observa en la figura:

- El periodo fundamental en dirección X es de $T = 0.686$ s presente en el modo 1 ya que presenta una participación del 72.4% de masa, también podemos observar que a partir del modo 4 obtenemos la masa participativa acumulativa del 92.08% que resulta ser mayor que el 90% indicada en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.
- El periodo fundamental en dirección Y es de $T = 0.535$ s presente en el modo 2 ya que presenta una participación del 71.34% de masa, también podemos observar que a partir del modo 5 obtenemos la masa participativa acumulativa del 92.13% que resulta ser mayor que el 90% indicada en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

➤ Aceleración Espectral

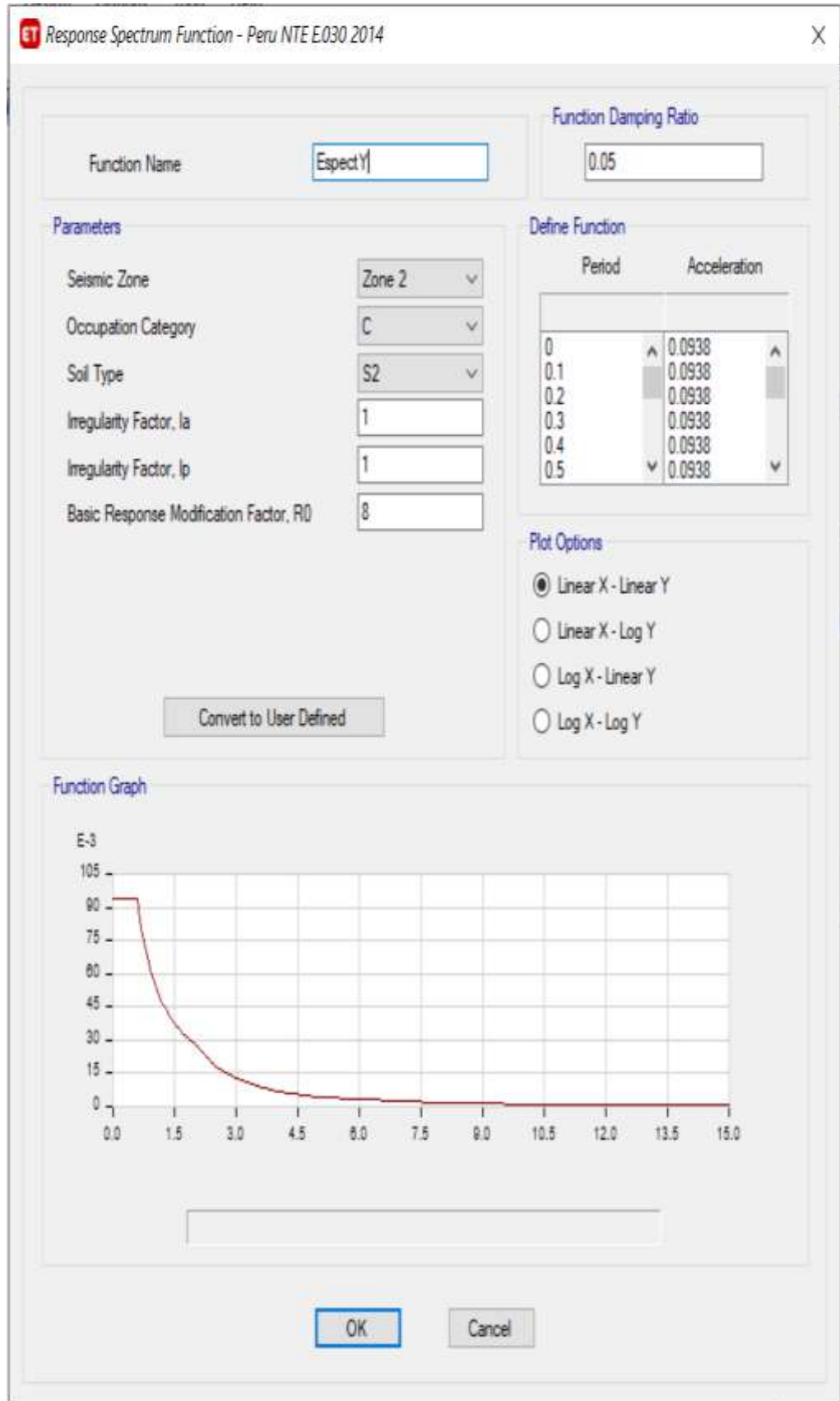
Para poder realizar un análisis sísmico dinámico, primero se debe generar un espectro de diseño que se realiza en el software a partir de los parámetros sísmicos determinados anteriormente.

Figura 21
Datos de espectro respuesta en dirección



Nota. Se tiene la asignación de los parámetros sísmicos del espectro de respuesta sísmica en la dirección del sistema aporticado. Etabs v18.

Figura 22
Datos de espectro respuesta en dirección Y



Nota. Se tiene los parámetros sísmicos del espectro de respuesta sísmica en la dirección y del sistema aporticado. Etabs v18.

➤ **Cortante en la base**

Se realiza el análisis sísmico usando el software Etabs v18 donde nos arrojó las cortantes por piso.

Tabla 29
Datos de Fuerza Cortante por piso

Story	Output Case	Location	V (Tonf)	Vy (Tonf)	M (Tonf)	My (Tonf)
NIVEL5	SDINX	Bottom	7.9364	2.038	5.6355	21.8256
NIVEL4	SDINX	Bottom	16.3845	4.2362	17.2302	66.9426
NIVEL3	SDINX	Bottom	22.9602	5.9625	33.6091	129.9403
NIVEL2	SDINX	Bottom	27.5295	7.1612	53.2649	205.2424
NIVEL1	SDINX	Bottom	29.7277	7.7422	74.5321	286.6604

Tabla 30
Datos de Fuerza Cortante Y

Story	Output Case	Location	V (Tonf)	Vy (Tonf)	M (Tonf)	My (Tonf)
NIVEL5	SDINY	Bottom	2.0682	8.9647	24.4974	5.4988
NIVEL4	SDINY	Bottom	4.2818	18.9068	76.6297	17.1365
NIVEL3	SDINY	Bottom	6.0027	26.7506	150.2554	33.5319
NIVEL2	SDINY	Bottom	7.1835	32.1687	238.6841	53.1965
NIVEL1	SDINY	Bottom	7.7431	34.7007	334.2538	74.4696

Fuerza cortante mínima

La Norma Técnica E.030 sobre Diseño Sismorresistente establece normas importantes para garantizar la seguridad y la resistencia adecuada de las estructuras a los terremotos. Esta norma establece que el esfuerzo cortante en la base del edificio, en cada dirección tenida en cuenta durante el análisis sísmico, deberá ser al menos el 80% del valor previsto para edificios regulares y al menos el 90% para estructuras irregulares.

Si es necesario aumentar el esfuerzo cortante para cumplir estos valores mínimos, deberá realizarse el ajuste correspondiente en todas las demás conclusiones analíticas, a excepción de los desplazamientos. Esto implica que, si se aumenta el esfuerzo cortante, los demás parámetros también deben modificarse de forma que crezcan proporcionalmente.

Este método tiene por objeto preservar la coherencia y el equilibrio de los resultados del análisis estructural, garantizando al mismo tiempo que la estructura cumpla las normas de seguridad y comportamiento en caso de seísmo. Seguir estas recomendaciones normativas es crucial para garantizar una estructura resistente y segura en caso de terremoto.

Tabla 31
Verificación de Fuerza Cortante Dinámica

Dirección	V Est(tn)	V Din(tn)	V Din/ V Est	> 80%
X-X	44.985	29.7277	66.08%	No Cumple
Y-Y	44.7631	34.7007	77.52%	No Cumple

Es necesario aumentar la cortante dinámica, para ello se le debe multiplicar por un factor de amplificación en ambas direcciones.

Tabla 32
Factores de amplificación para la Fuerza Cortante

Dirección	α
X-X	1.22
Y-Y	1.04

Se realiza nuevamente la verificación de la cortante una vez multiplicada con el factor de amplificación.

Tabla 33

Nueva verificación de Fuerza Cortante Dinámica según E.030-2019

Dirección	V Est(tn)	V Din(tn)	V Din/ V Est	> 80%
X-X	44.985	36.267794	80.62%	Si Cumple
Y-Y	44.7631	36.088728	80.62%	Si Cumple

Se puede observar que la fuerza cortante dinámica ya cumple con las condiciones que indica la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

Figura 23

Modificación del caso de carga dinámico en el eje

Load Case Data

General

Load Case Name: SDINX [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (PESO SÍSMICO)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	EspectX	9.8067*1.22

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor: 1

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Nota. Se tiene la multiplicación por el factor de amplificación para que la cortante dinámica sea mayor al 80% de la cortante estática del sistema aperticado. Etabs v18.

Figura 24
 Modificación del caso de carga dinámico en el eje Y

Load Case Data

General

Load Case Name: SDINY [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (PESO SÍSMICO)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	Espect Y	9.8067*1.04

[Add] [Delete] Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor: 1

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Nota. Se tiene la multiplicación por el factor de amplificación para que la cortante dinámica sea mayor al 80% de la cortante estática del sistema aporticado. Etabs v18.

Desplazamiento lateral permisible

Se menciona en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente que el máximo desplazamiento de entrepiso no debe exceder el máximo desplazamiento mencionado en la siguiente tabla:

Tabla 34
Valores máximos de la distorsión del entrepiso

Material	Dei
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01

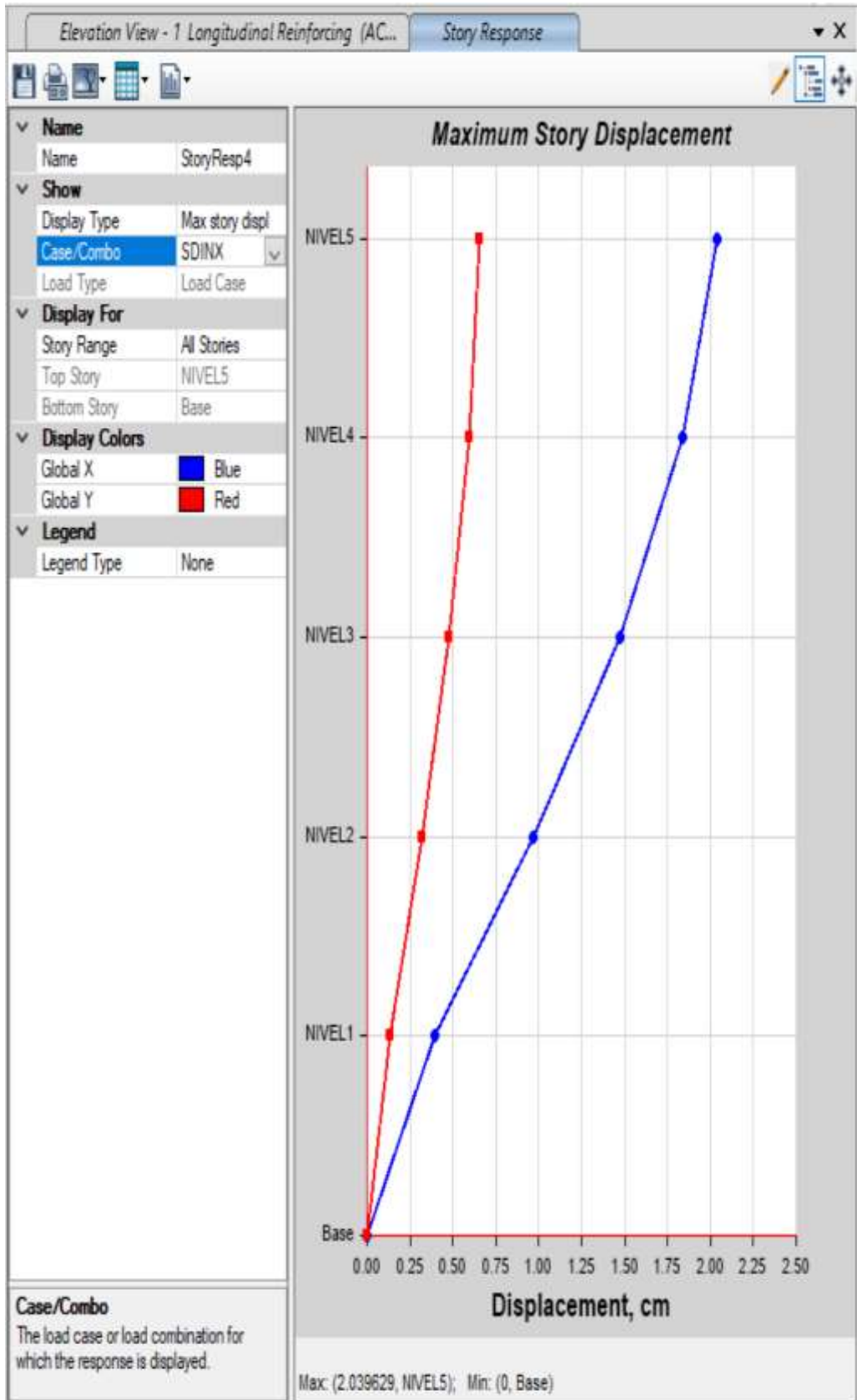
Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

Luego del análisis se realiza la verificación de los desplazamientos laterales que existe en la estructura. Para esta norma se multiplica los desplazamientos elásticos por 0.75R para la edificación irregular de tal forma que se consiguen las siguientes derivas.

Tabla 35
Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico

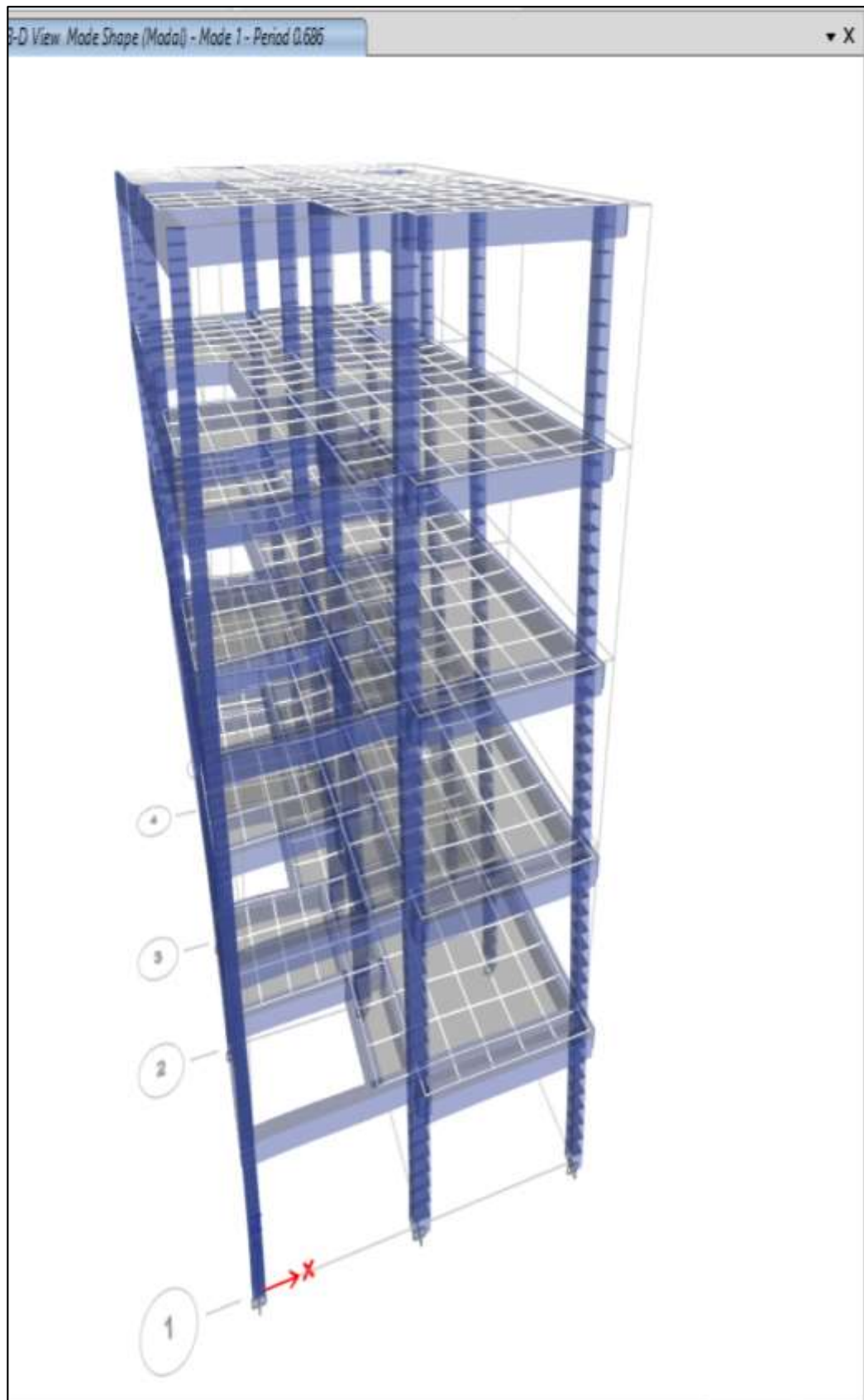
N pisos	hei(m)	$\Delta ei(mm)$	$\phi_{elástica}$	$\phi_{inelástica}$	$\phi_{E.030}$
5	2.8	14.526	0.00094464	0.0057	0.007
4	2.8	11.881	0.00106250	0.0064	0.007
3	2.8	8.906	0.00111571	0.0067	0.007
2	2.8	5.782	0.00094643	0.0057	0.007
1	2.8	3.132	0.00111857	0.0067	0.007

Figura 25
Desplazamiento absoluto en Y



Nota. Se tiene los desplazamientos dinámicos absolutos en dirección Y del sistema aporticado. Etabs v18.

Figura 26
Desplazamiento lateral en X

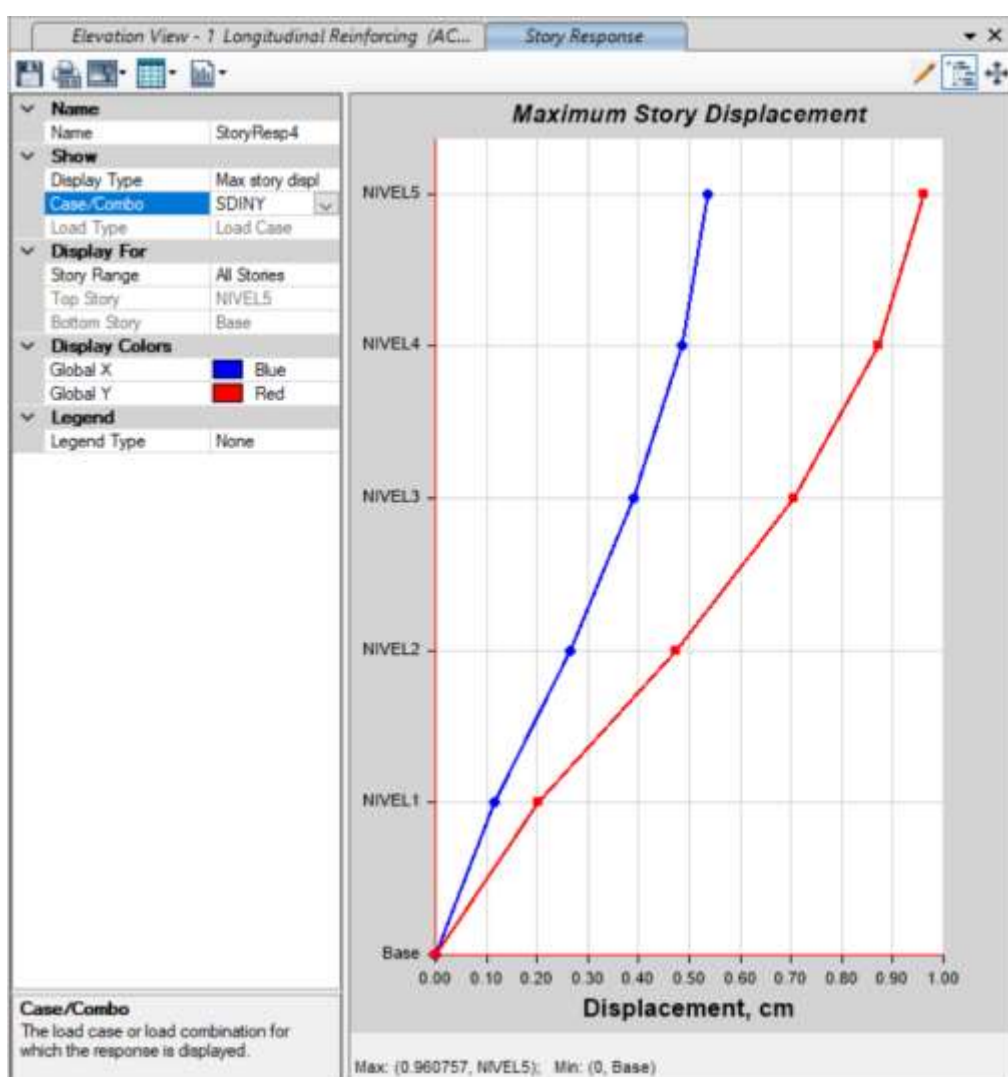


Nota. Se tiene los desplazamientos laterales en dirección según el modo 1 con el periodo 0.686 s del sistema aporticado. Etabs v18.

Tabla 36
Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico Y

N pisos	hei(m)	$\Delta ei(mm)$	$\phi_{elástica}$	$\phi_{inelástica}$	$\phi_{E.030}$
5	2.65	9.238	0.00032189	0.00193	0.007
4	2.65	8.385	0.00060491	0.00363	0.007
3	2.65	6.782	0.00084642	0.00508	0.007
2	2.65	4.539	0.00098226	0.00589	0.007
1	2.65	1.936	0.00073057	0.00438	0.007

Figura 27
Desplazamiento absoluto en Y



Nota. Se tiene los desplazamientos dinámicos absolutos en dirección Y del sistema aporticado. Etabs v18.

Figura 28
Desplazamiento lateral en Y



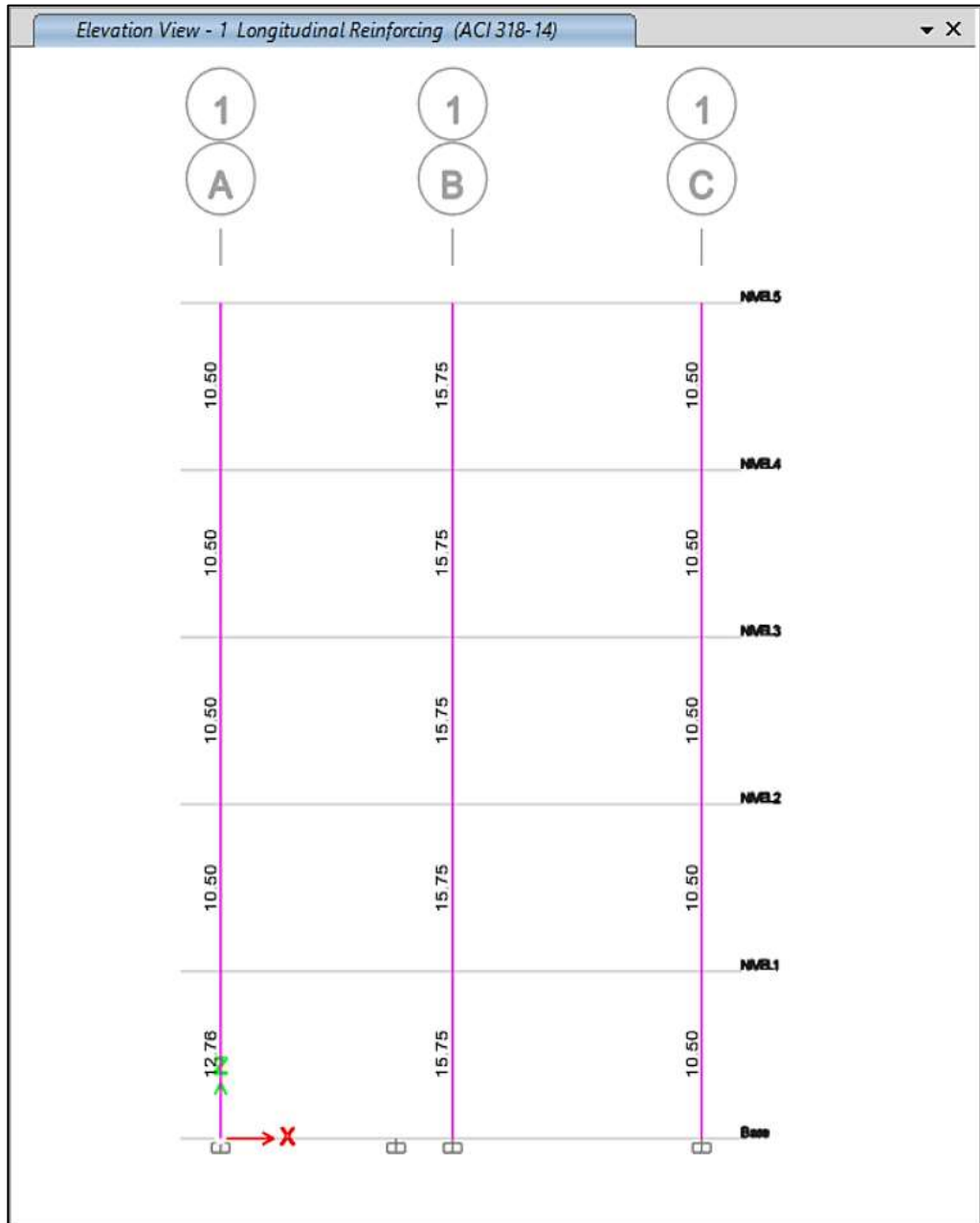
Nota. Se tiene los desplazamientos laterales en dirección Y según el modo 2 con el periodo 0.535 s del sistema aporticado. Etabs v18.

Diseño de elementos estructurales

➤ Diseño de columna

Al diseñar una columna, se elimina la envolvente y se consideran todas las combinaciones de carga porque funciona con un diagrama repetido.

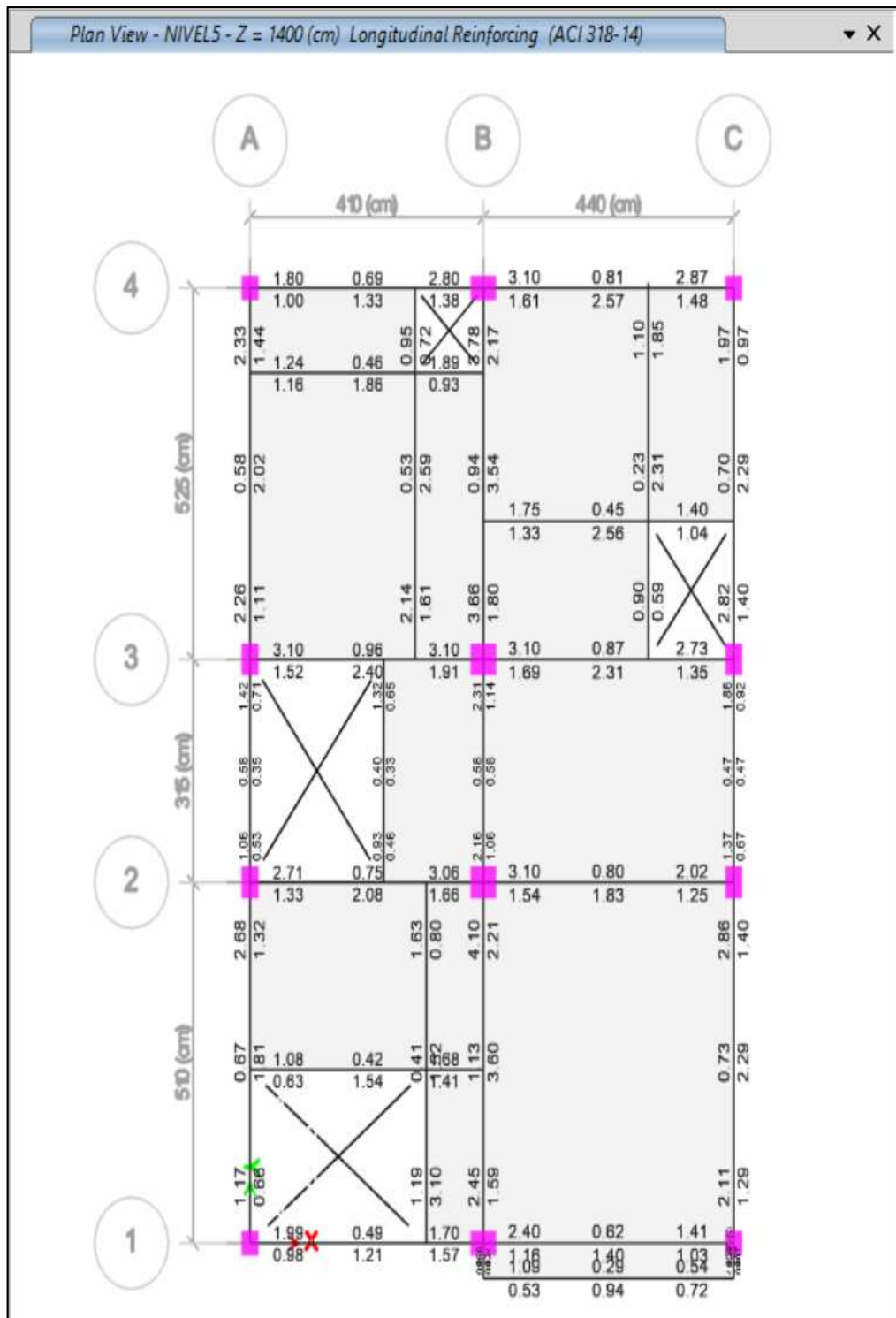
Figura 29
Acero requerido para columnas



Nota. Se tiene el área de acero requerida en cm² para las columnas del sistema aporticado, teniendo en cuenta la simetría de los aceros y solo deben ser de 1 tamaño con el correspondiente anclaje y solape. Etabs v18.

➤ **Diseño de viga**

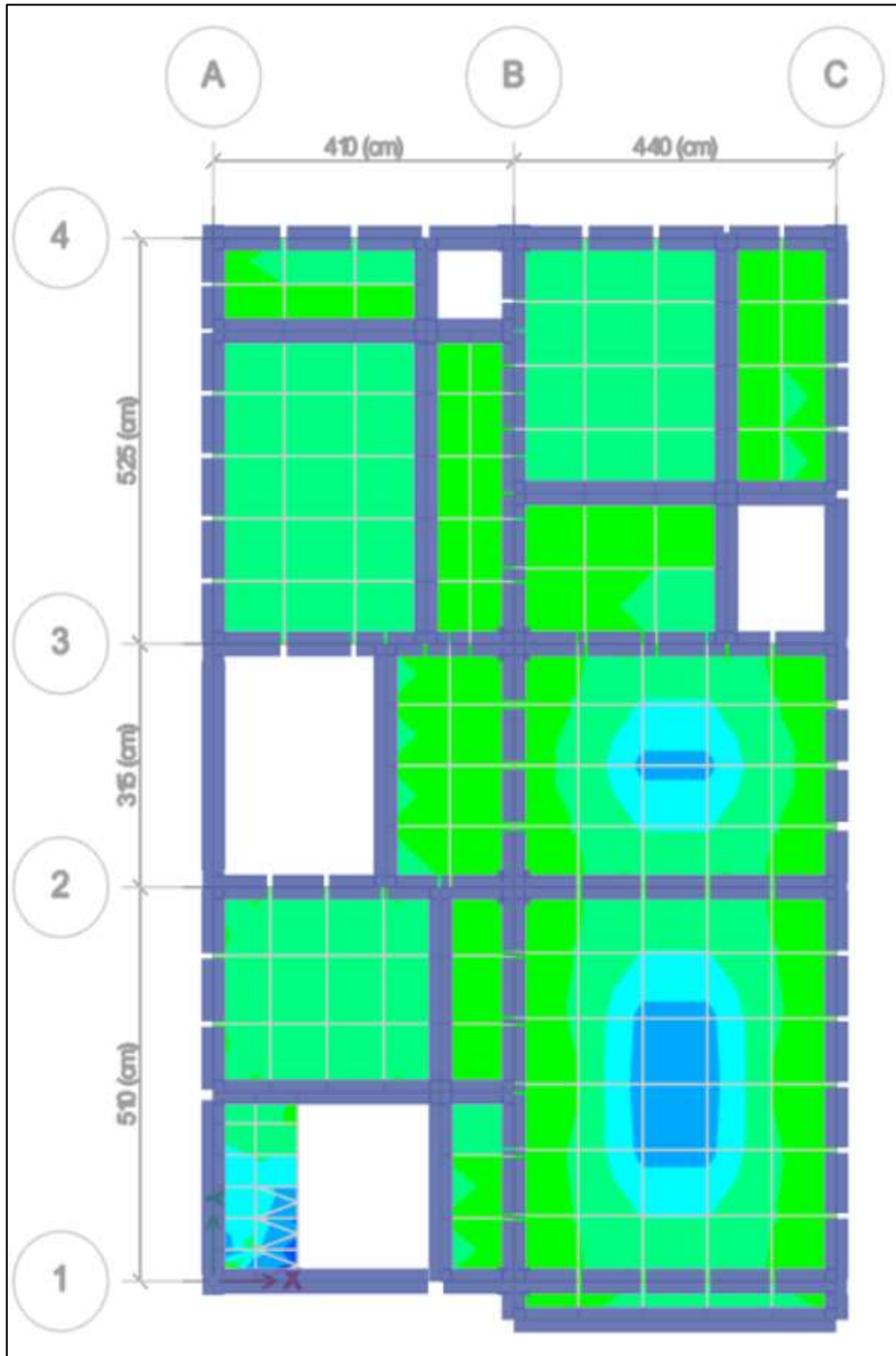
Figura 30
Acero requerido para vigas



Nota. Se tiene el área de acero requerida en m² para el acero superior e inferior de la viga principal y lateral del sistema aporticado. Cabe señalar que, si la viga está en rojo, es porque el elemento estructural se ha agrandado y debe rehacerse, en este caso las vigas son de color negro, indicando que se cumple con la E- 0.60 para las dimensiones de vigas diseñadas según norma, considerando la envolvente. Etabs v18.

➤ **Diseño de losa**

Figura 31
Momentos máximos en la losa



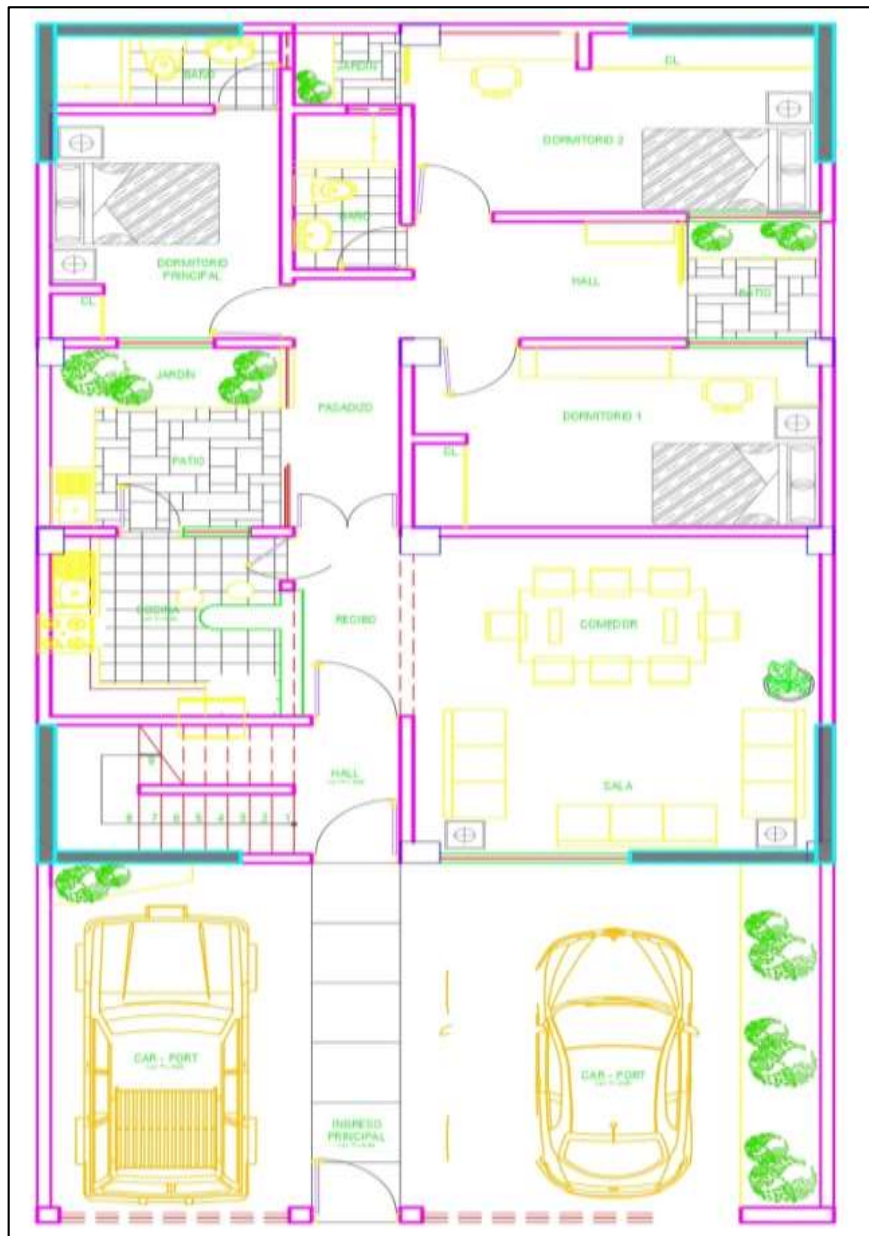
Nota. Se tiene el área los momentos máximos positivos (1.56 tonf-m) y negativos (3.27 tonf-m) en la losa aligerada, dado que con esto se puede diseñar y hallar el acero inferior y superior que requiere nuestra losa de 20cm de espesor. Etabs v18.

4.1.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DUAL

Después de predimensionar las estructuras con el software Microsoft Excel, las partes estructurales (columnas, vigas, placa de luz y placas de elevación) se modelaron en Etabs v18 para garantizar que los predimensionamientos realizados y que logren cumplir con los parámetros de la norma peruana.

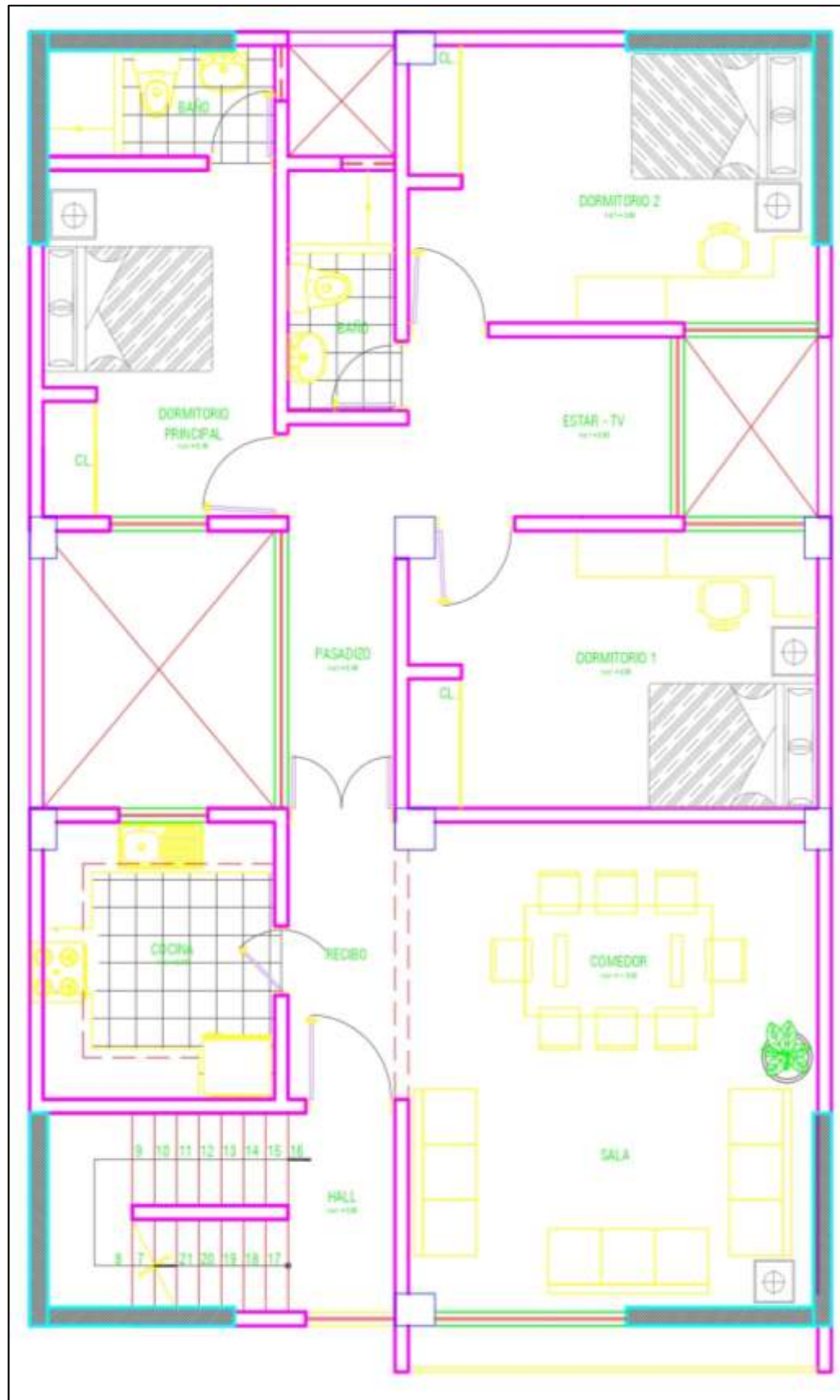
Distribución Arquitectónica

Figura 32
Planta del primer nivel



Nota. Se tiene la distribución arquitectónica del primer nivel del sistema estructural dual. AutoCAD.

Figura 33
Planta del 2-5 nivel



Nota. Se tiene la distribución arquitectónica del segundo al quinto nivel del sistema estructural dual. AutoCAD.

Propiedades de material

➤ Concreto

Resistencia a la compresión	: $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$
Peso volumétrico del concreto	: $\delta c = 2.4 \text{ tn/m}^3$
Módulo de elasticidad	: $E = 2173706.51 \text{ tn/m}^3$
Módulo de Poisson	: $u_c = 0.2$
Módulo de corte	: $G = 905711.04 \text{ tn/m}^2$

Figura 34
Propiedades del concreto

ET Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Shear Modulus, G: tonf/m²

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Nota. Se tiene las propiedades para el concreto armado del sistema dual de los cuáles se tomó como referencia de la NTP E.060 de concreto armado para luego introducirlo al software Etabs. Software Etabs v18

➤ **Acero**

Acero de fluencia : $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Peso volumétrico del acero : $\delta_s = 7.85 \text{ tn/m}^3$
Módulo de elasticidad : $E = 20000000 \text{ tn/m}^3$

Figura 35
Propiedades del acero

Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Nota. Se tiene las propiedades para el acero de refuerzo del sistema dual de los cuáles se tomó como referencia de la NTP E.060 de concreto armado para luego introducirlo al software Etabs. Software Etabs v18.

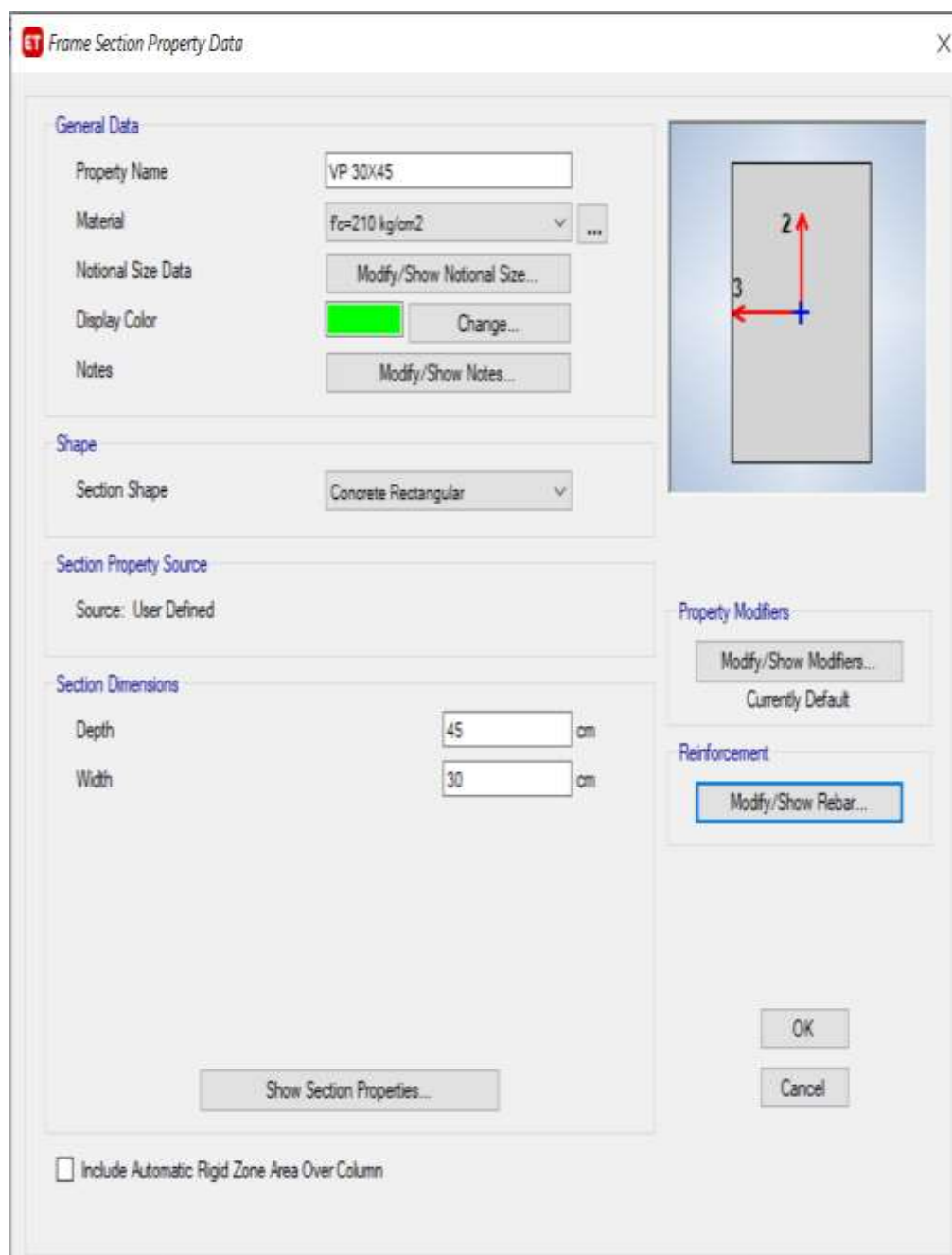
Dimensionamiento

➤ Vigas

Se dimensionó 2 tipos de viga en el software Etabs que se explican en las siguientes figuras.

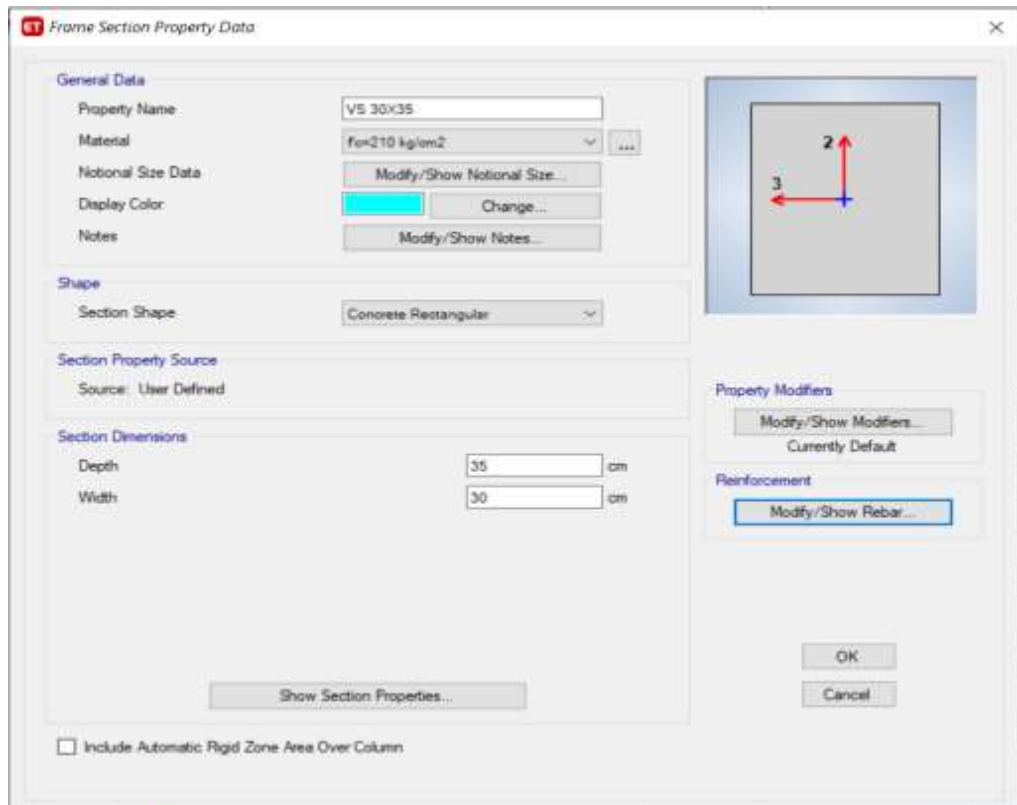
Figura 36

Dimensionamiento de Viga Principal



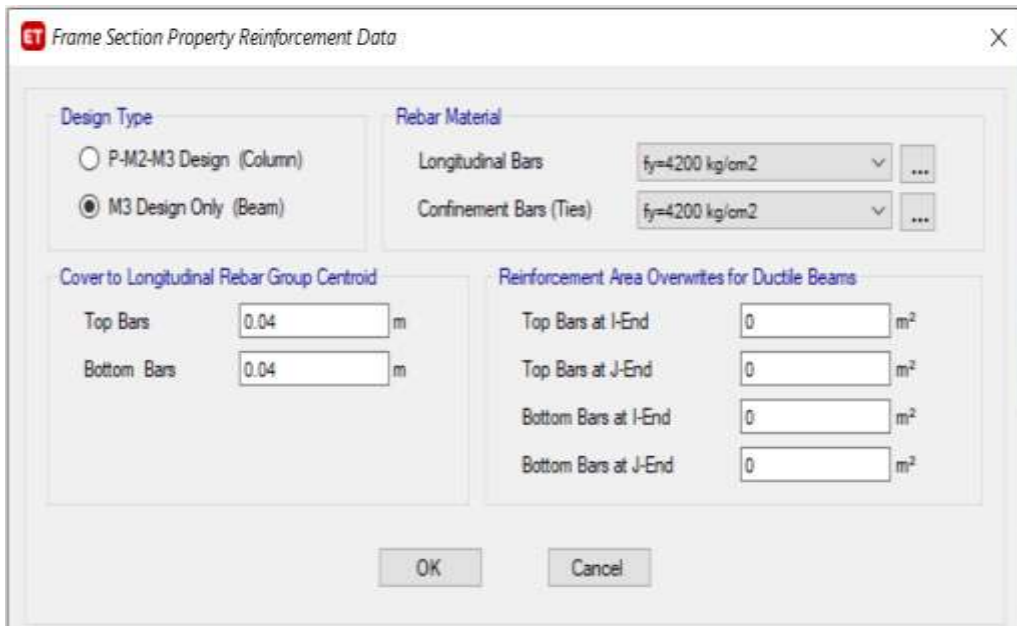
Nota. Se tiene las dimensiones de la viga principal de 30X45 con la sección de concreto rectangular del sistema dual. Software Etabs v18

Figura 37
Dimensionamiento de Viga Secundaria



Nota. Se tiene las dimensiones de la viga secundaria de 30X35 con la sección de concreto rectangular del sistema dual. Software Etabs v18

Figura 38
Propiedades de sección



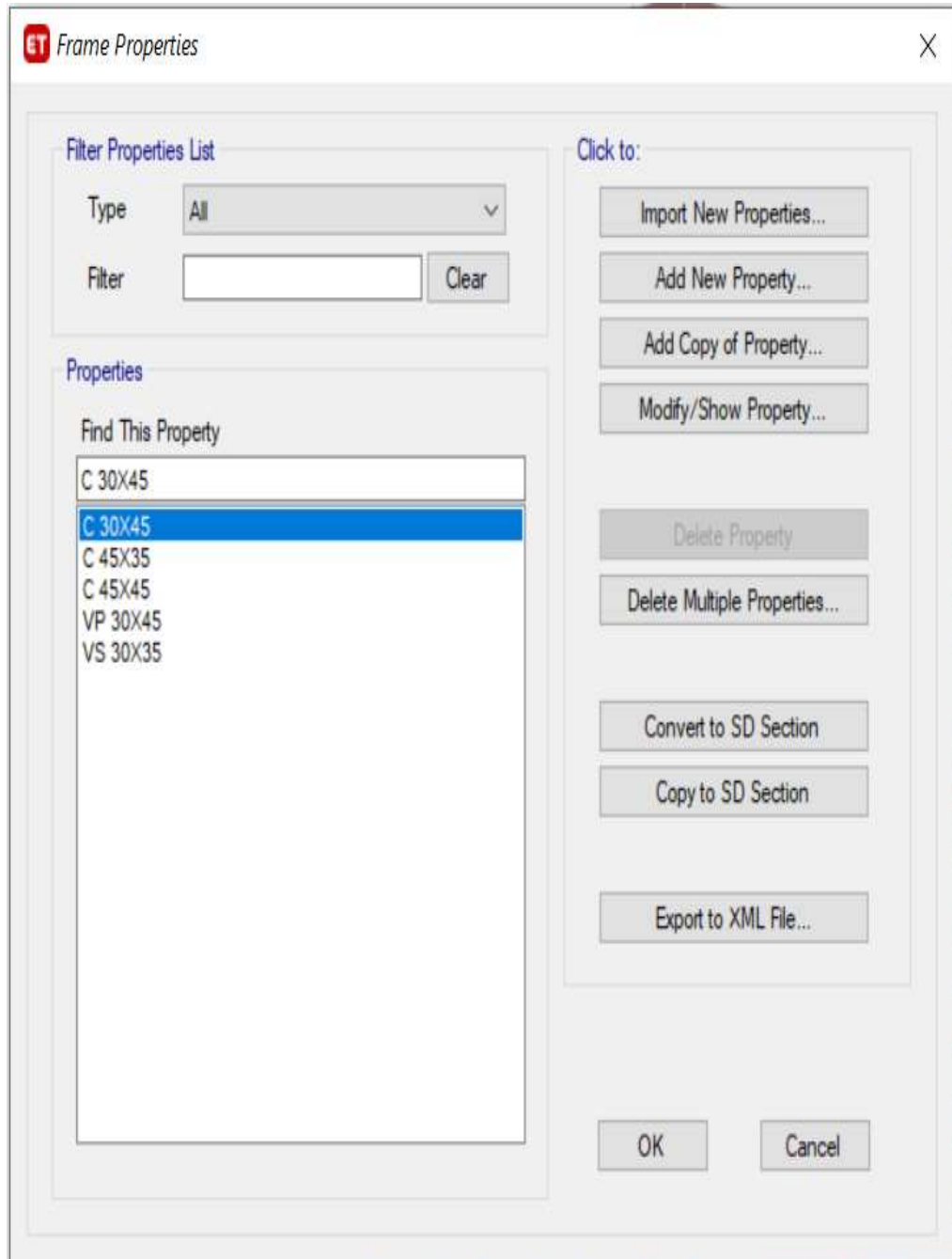
Nota. Se tiene el recubrimiento de 0.04m y un refuerzo de acero de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ para ambas secciones de vigas del sistema dual. Software Etabs v18.

➤ **Columnas**

Para las columnas se dimensiona 3 tipos de secciones:

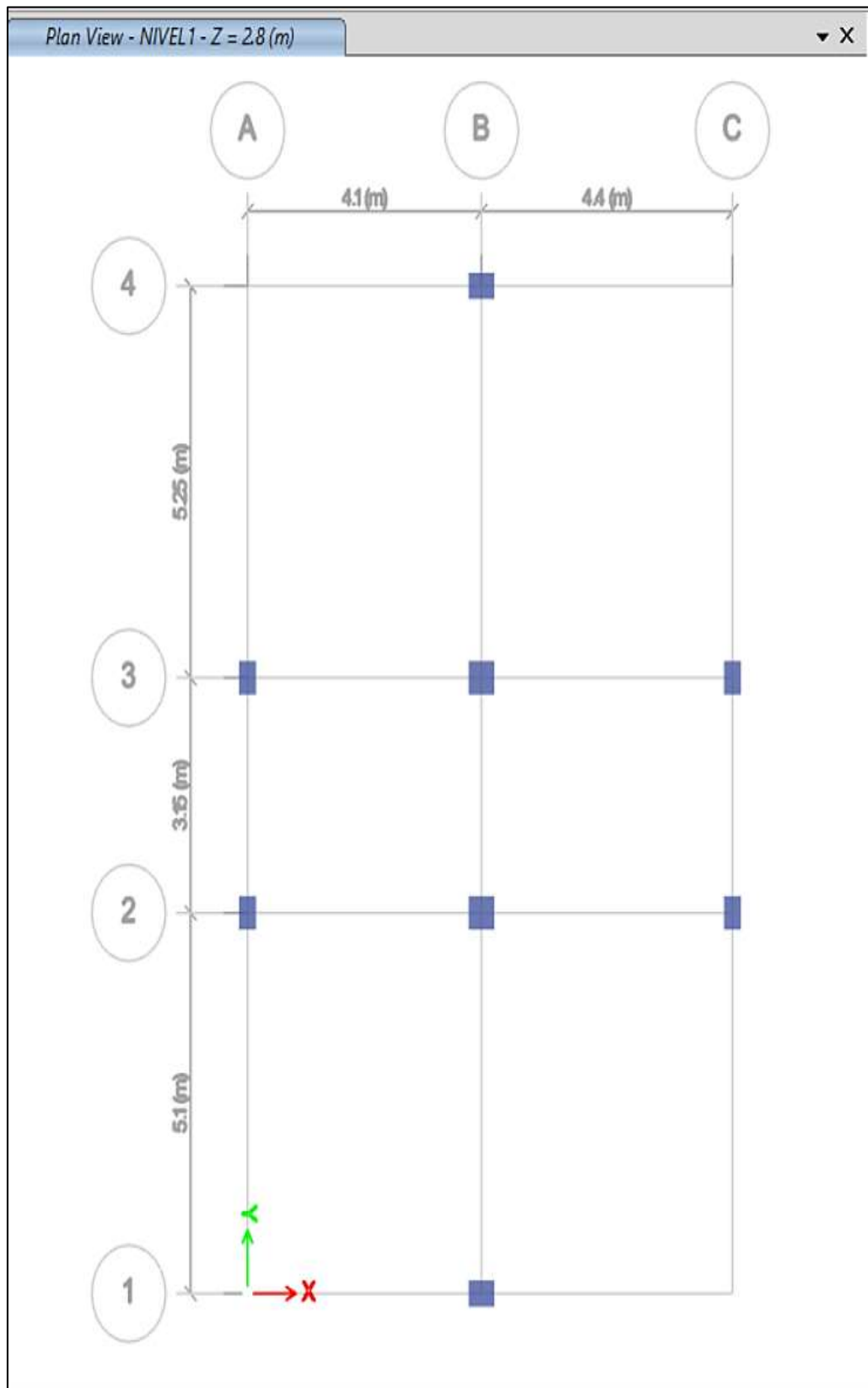
- Columnas laterales de 30x45 y 45x35 cm²
- Columnas centrales de 45x45 cm²

Figura 39
Propiedades de sección de columnas



Nota. Se tiene el dimensionamiento de los 4 tipos de secciones de columnas requeridas en el modelamiento de la estructura del sistema dual. Software Etabs v18.

Figura 40
Asignación de columnas



Nota. Se tiene los 4 tipos de columnas asignados al modelamiento en sus respectivos lugares esquinera, laterales y centrales del sistema dual. Software Etabs v18.

➤ **Losa Aligerada**

Figura 41
Propiedades de la losa aligerada

Slab Property Data

General Data

Property Name: Losa Aligerada

Slab Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Use Special One-Way Load Distribution

Property Data

Type: Ribbed

Overall Depth: 0.2 m

Slab Thickness: 0.05 m

Stem Width at Top: 0.1 m

Stem Width at Bottom: 0.1 m

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.4 m

Rib Direction is Parallel to: Local 1 Axis

OK Cancel

Nota. Se tiene las propiedades de losa aligerada de 20cm de espesor del sistema dual, un espesor de loseta de 5 cm, ancho de vigueta de 10cm y una separación entre ejes de viguetas de 40 cm. Software Etabs v18.

➤ **Placa**

Figura 42
Dimensionamiento de la placa

ET Wall Property Data

General Data

Property Name: Placa

Property Type: Specified

Wall Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: [Color Swatch] Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Thickness: 0.2 m

Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

OK Cancel

Nota. Se tiene las propiedades de la sección de la placa de 20cm de espesor del sistema dual. Software Etabs v18.

Asignación de cargas

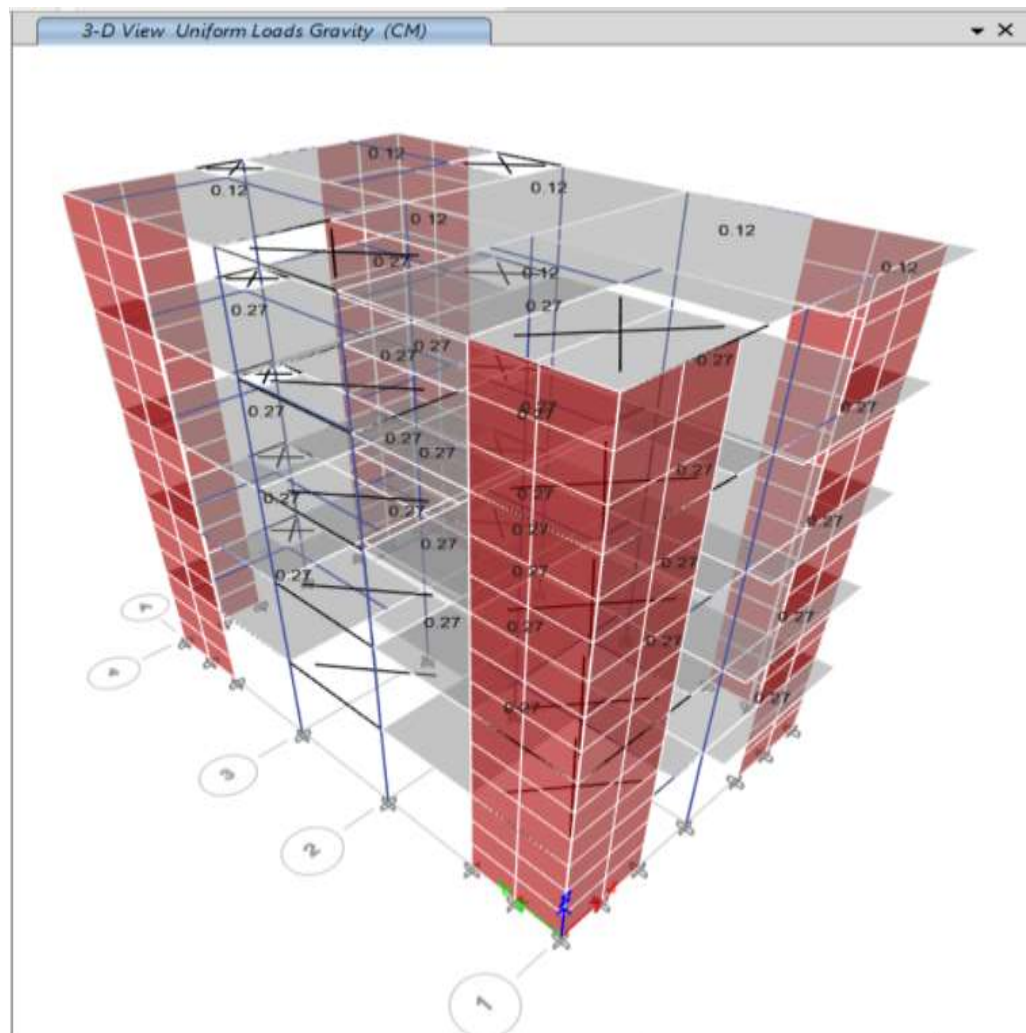
➤ Carga Muerta

Peso volumétrico del concreto	: 2400kg/m ³
Peso de losa aligerada	: 300 kg/m ²
Techo	: 120 kg/m ²
Peso de tabiquería	: 270 kg/m ²

➤ Carga Viva

Sobrecarga	: 200 kg/m ²
Carga de techo	: 100 kg/m ²

Figura 43
Asignación de las cargas



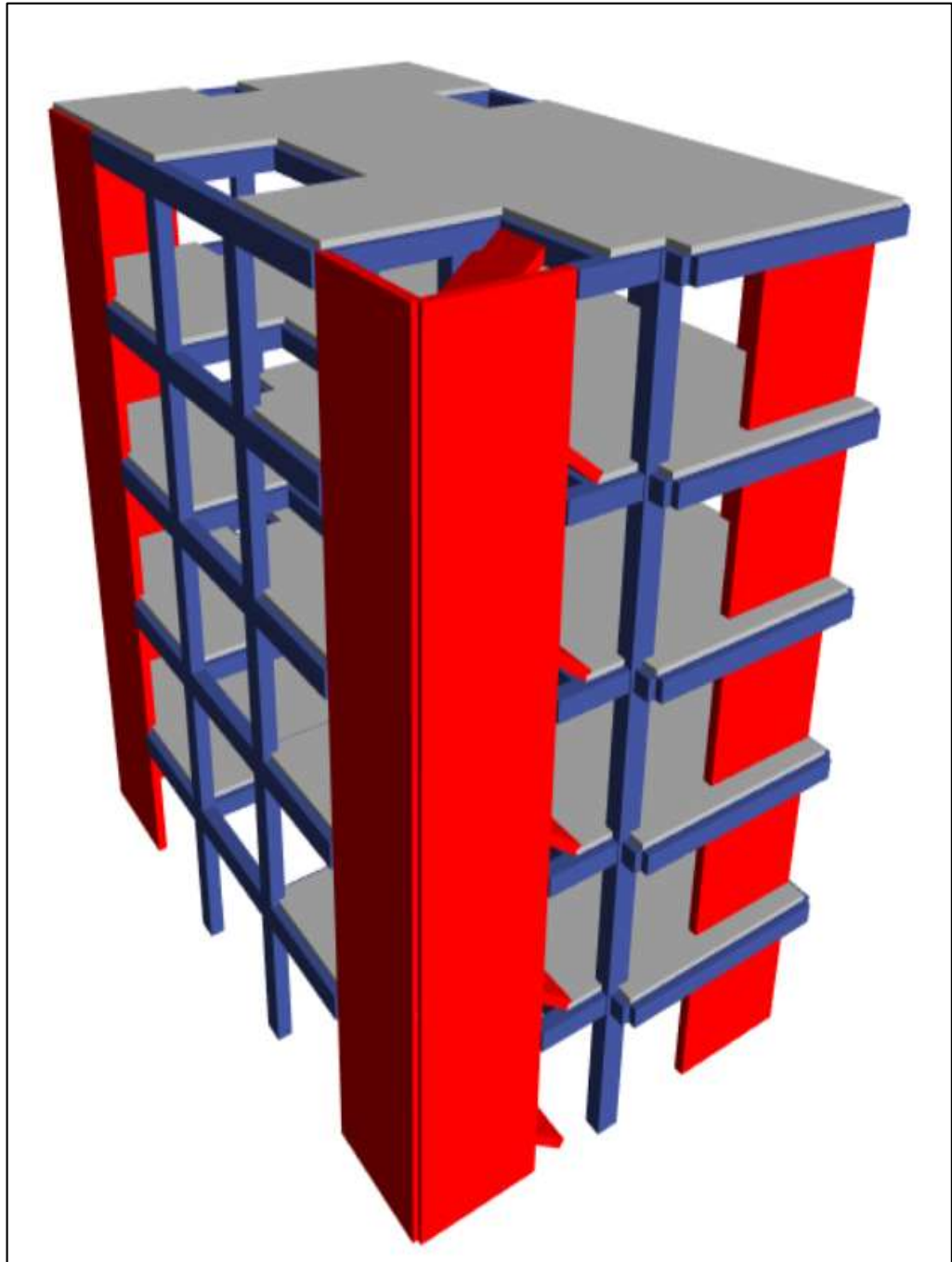
Nota. Se tiene la asignación de las cargas muertas y cargas vivas de la estructura del sistema dual según indicado anteriormente. Software Etabs v18.

Modelado

Se realizó el modelado con el fin de obtener resultados del análisis estructural. Donde cumplimos con cada una de los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana.

Figura 45

Modelamiento de la vivienda multifamiliar de sistema dual de 5 niveles



Nota. Se tiene la estructura final modelada con todos los elementos estructurales requeridos del sistema dual. Software Etabs v18.

Parámetros de sitio

➤ Factor de zona

La vivienda multifamiliar se encuentra en el distrito de Pillco Marca, donde a su vez se encuentra en la Zona Sísmica 2 donde su factor $z=0.25$ que nos menciona la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

Tabla 37
Zonificación Sísmica

Región	Provincia	Distrito	Zona Sísmica	Ámbito
Huánuco	Huánuco	Huánuco	2	Todos los distritos
		Amarilis		
		Chinchao		
		Churubamba		
		Margos		
		Pillco Marca		
		Quisqui		
		San Francisco de Cayrán		
		San Pedro de Chaulán		
		Santa María del Valle		
		Yarumayo		
		Yacus		
San Pablo de Pillao				

Nota. Obtenido de la Norma Peruana - NTE.030 "Diseño Sismorresistente" (2019)

➤ Parámetros de Sitio (S, Tp y TL)

Se consideró para el estudio un tipo de suelo S2.

Tabla 38
Factor de suelo NTE.030-2019

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO	Perfil = S0	Perfil = S1	Perfil = S2	Perfil = S3
Z4			1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2			1.20	1.40
Z1			1.60	2.00

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

Para la estructura usaremos el factor de suelo de: $S = 1.2$

Tabla 39
 Período TP y TL NTE.030-2019

Periodos	PERIODOS "TP" Y "TL"			
	Perfil = S0	Perfil = S1	Perfil = S2	Perfil = S3
TP (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

Lo que nos da los factores para un suelo S2:

$$T_p(S) = 0.6 \qquad T_L(S) = 2.0$$

➤ **Periodo fundamental**

El período fundamental de vibración lo calculamos mediante la siguiente fórmula:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Siendo: $h_n = 14$ metros

$C_T = 35$ (Para edificios de concreto armado sin muros de corte o pórticos dúctiles de acero que presentan uniones resistentes a los momentos y sin arriostramiento)

Por lo tanto el periodo fundamental es el mismo.

$$T = 0.4$$

➤ **Factor de amplificación sísmica**

El nuevo rango del factor de amplificación sísmica lo determinamos usando las siguientes fórmulas:

$$T < T_p \qquad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \qquad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \qquad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Dado que el período de suelo es mayor que el calculado período de vibración fundamental, entonces el factor de amplificación sísmica es:

$$C = 2.5$$

➤ **Categoría y factor de Uso**

La edificación corresponde a una vivienda multifamiliar,

La estructura corresponde a una vivienda multifamiliar por lo que este pertenece a la categoría de edificaciones comunes y además el cual nos da un factor de uso $U = 1.00$.

➤ **Factor de Reducción Básico**

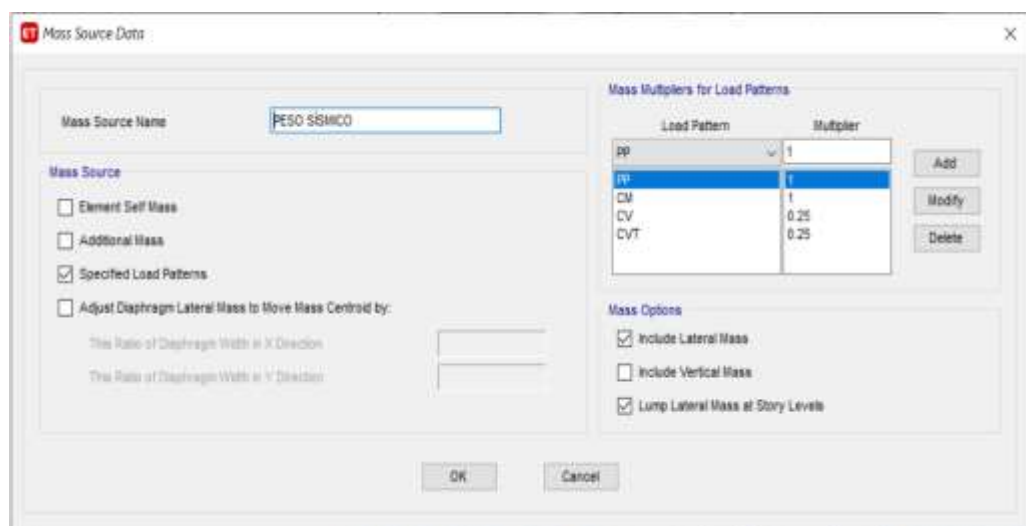
Dado que la edificación es del sistema estructural de concreto armado tipo dual, lo cual nos da un valor de factor de reducción de:

$$R = 7.0$$

Peso de la edificación

Según el artículo 26 de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente nos menciona que para edificaciones de tipo C, tomemos el 100% de la carga muerta y peso propio, el 25% para cargas vivas y cargas vivas de techo.

Figura 46
Peso sísmico de la estructura



Nota. Se tiene lo mencionado en el artículo 26 de la NT-E.030 de diseño sismorresistente el cual es 100%CM+25%CV para edificaciones comunes. Software Etabs v18.

En la siguiente figura se muestra el peso de la edificación acumulado y por piso calculado mediante el software Etabs v18.

Tabla 40
Peso de la edificación por piso

STORY	Diafragma	P (Tn)	P_Piso (Tn)
5	D5	99.4511	99.4511
4	D4	217.1879	117.7368
3	D3	334.9247	117.7368
2	D2	452.6615	117.7368
1	D1	570.3984	117.7369

Análisis de Irregularidades

Se realiza los cálculos para conocer si la estructura presenta irregularidades

➤ Irregularidad de Piso Blando

1. Caso I

$$K_i < 0.7K_{i+1}$$

2. Caso II

$$K_i < 0.8 \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right)$$

Si se presentan cualquiera de estos casos entonces sí presenta irregularidad por piso blando.

Tabla 41
Irregularidad de Piso Blando en el eje

STORY	Drift (m)	Shear (Tonf)	Stiffness (Tonf/m)	Caso I	Caso II	Verificación
5	0.000653	15.2282	23320.36753			
4	0.000698	32.8214	47022.06304	2.016351713		
3	0.000655	46.0205	70260.30534	1.494198697	2.00	REGULAR
2	0.000482	54.8239	113742.5311	1.618873282	2.43	REGULAR
1	0.000306	59.2288	193558.1699	1.701722021	2.51	REGULAR

Tabla 42
Irregularidad de Piso Blando en el eje Y

STORY	DriftY (m)	Shear Y (Tonf)	Stiffness Y (Tonf/m)	Caso I	Caso II	Verificación
5	0.000667	15.2284	22831.18441			
4	0.000709	32.8219	46293.2299	2.027631553		
3	0.000669	46.0212	68791.03139	1.485984701	1.99	REGULAR
2	0.000498	54.8247	110089.759	1.600350464	2.39	REGULAR
1	0.000305	59.2296	194195.4098	1.76397343	2.59	REGULAR

En este caso no presenta Irregularidad por Piso Blando.

➤ **Irregularidad de Piso Débil**

1. Caso I

$$V_i < 0.8V_{i+1}$$

Tabla 43
Irregularidad de Piso Débil o en el eje

STORY	Carga	Shear (Tonf)	Caso I	Verificación
5	S.ESTX	15.2282	1.00	REGULAR
4	S.ESTX	32.8214	2.16	REGULAR
3	S.ESTX	46.0205	1.40	REGULAR
2	S.ESTX	54.8239	1.19	REGULAR
1	S.ESTX	59.2288	1.08	REGULAR

Tabla 44
Irregularidad de Piso Débil o en el eje Y

STORY	Carga	Shear Y (Tonf)	Caso I	Verificación
5	S.ESTY	15.2284	1.00	REGULAR
4	S.ESTY	32.8219	2.16	REGULAR
3	S.ESTY	46.0212	1.40	REGULAR
2	S.ESTY	54.8247	1.19	REGULAR
1	S.ESTY	59.2296	1.08	REGULAR

En este caso no presenta Irregularidad por Piso Débil.

➤ **Irregularidad de Masa o Peso**

1. Caso I

$$W_i > 1.5W_{i+1}$$

2. Caso II

$$W_i > 1.5W_{i-1}$$

Tabla 45
Irregularidad de Masa o Peso

STORY	Diafragma	P (Tn)	P_Piso (Tn)	Caso I	Caso II	Verificación
5	D5	99.4511	99.4511		0.84	REGULAR
4	D4	217.1879	117.7368	1.18	1.00	REGULAR
3	D3	334.9247	117.7368	1.00	1.00	REGULAR
2	D2	452.6615	117.7368	1.00	1.00	REGULAR
1	D1	570.3984	117.7369	1.00		

No existe irregularidad de masa o peso, porque la masa desde la primera hasta el quinto nivel es similar en el eje como en el Y, por lo que cumple con la norma de no exceder 1,5 veces el peso de un piso anterior o siguiente.

➤ **Irregularidad de Extrema Resistencia**

1. Caso I

$$V_i < 0.65V_{i+1}$$

Tabla 46
Irregularidad de Extrema Resistencia

STORY	Carga	Shear (Tonf)	Caso I	Verificación
5	S.ESTX	15.2282	1.00	REGULAR
4	S.ESTX	32.8214	2.16	REGULAR
3	S.ESTX	46.0205	1.40	REGULAR
2	S.ESTX	54.8239	1.19	REGULAR
1	S.ESTX	59.2288	1.08	REGULAR

Tabla 47
Irregularidad de Extrema Rigidez

STORY	Carga	Shear Y (Tonf)	Caso I	Verificación
5	S.ESTY	15.2284	1.00	REGULAR
4	S.ESTY	32.8219	2.16	REGULAR
3	S.ESTY	46.0212	1.40	REGULAR
2	S.ESTY	54.8247	1.19	REGULAR
1	S.ESTY	59.2296	1.08	REGULAR

En este caso no presenta Irregularidad de Extrema Rigidez.

➤ **Irregularidad Torsional**

1. Caso I

$$V_{max} > 0.5V_{permisible}$$

$$V_{max} > 1.3V_{prom}$$

Tabla 48
Irregularidad Torsional en X

STORY	h (m)	$\Delta_{max}X$	Caso I	Verificación
5	2.8	0.00116625	0.00121875	REGULAR
4	2.8	0.00127313	0.001655063	REGULAR
3	2.8	0.00126375	0.001642875	REGULAR
2	2.8	0.00105563	0.001372313	REGULAR
1	2.8	0.00055688	0.000723938	REGULAR

Tabla 49
Irregularidad Torsional en Y

STORY	h	$\Delta_{max}X$	Caso I	Verificación
5	2.8	0.00101625	0.001321125	REGULAR
4	2.8	0.00109688	0.001425938	REGULAR
3	2.8	0.00108375	0.00121875	REGULAR
2	2.8	0.00089813	0.001167563	REGULAR
1	2.8	0.00046500	0.0006045	REGULAR

No existe irregularidad torsional ya que la deriva máxima no es mayor a 1.3 veces la desviación promedio.

Por lo tanto, la estructura es regular.

Análisis Estático

➤ Cortante en la base

Mencionado en la Norma Técnica Peruana E.030 de Diseño Sismorresistente, indica que se calcula con la siguiente fórmula.

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Pero para obtener la cortante en la base será necesario ingresar el factor del coeficiente basal v en ambas direcciones en el software Etabs, el cual lo determinamos mediante la siguiente fórmula:

$$C_{VX} = C_{VY} = \frac{ZUCS}{R}$$

En el cual reemplazamos los parámetros ya considerados anteriormente.

$$Z = 0.25$$

$$U = 1.00$$

$$= 2.5$$

$$S = 1.2$$

$$R = 7.00$$

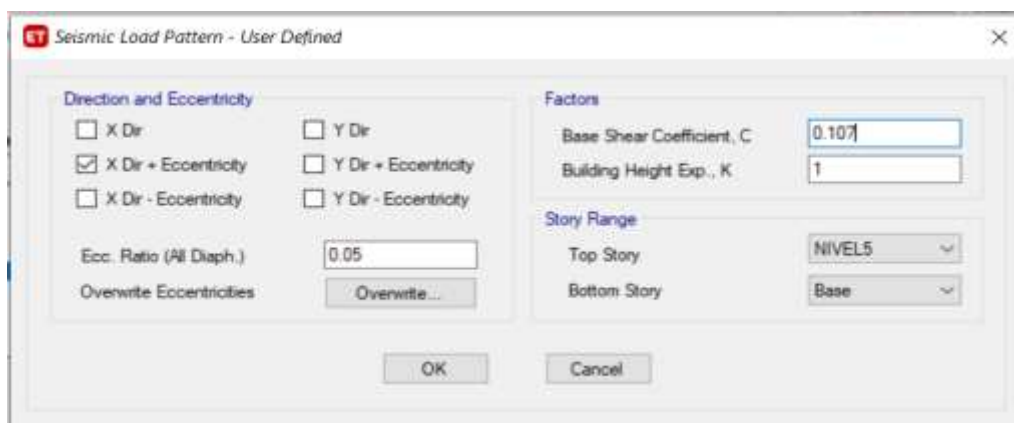
Donde obtuvimos el valor para ambas direcciones de:

$$C_{VX} = C_{VY} = 0.107$$

Este valor ingresamos al software Etabs como asignación de carga sísmica.

Figura 47

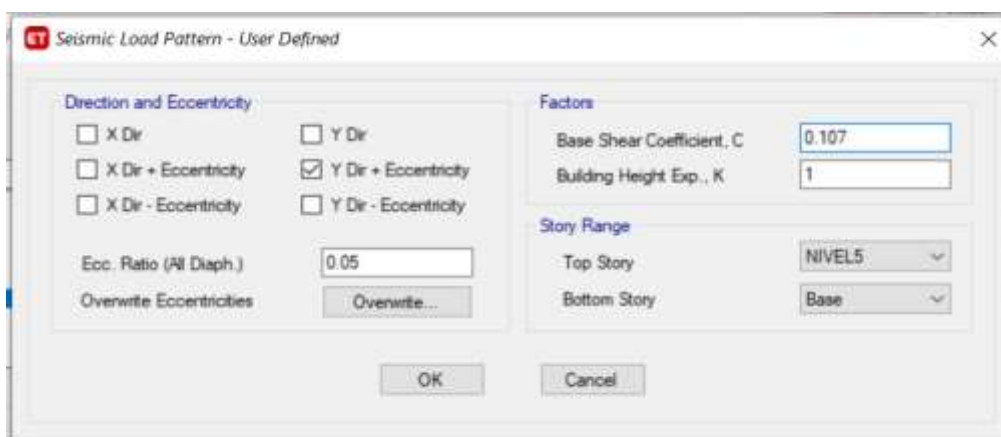
Asignación de coeficiente de base en los patrones de carga en dirección



Nota. En la figura se observa que se modifica el coeficiente basal en dirección por el valor de 0.107 del sistema dual. Etabs v18.

Figura 48

Asignación de coeficiente de base en los patrones de Carga en dirección Y



Nota. En la figura se observa que se modifica el coeficiente basal en dirección Y por el valor de 0.107 del sistema dual. Etabs v18

Donde luego de realizar el análisis con el software obtuvimos las fuerzas de la cortante de la base.

Tabla 50

Datos de la fuerza cortante en la base

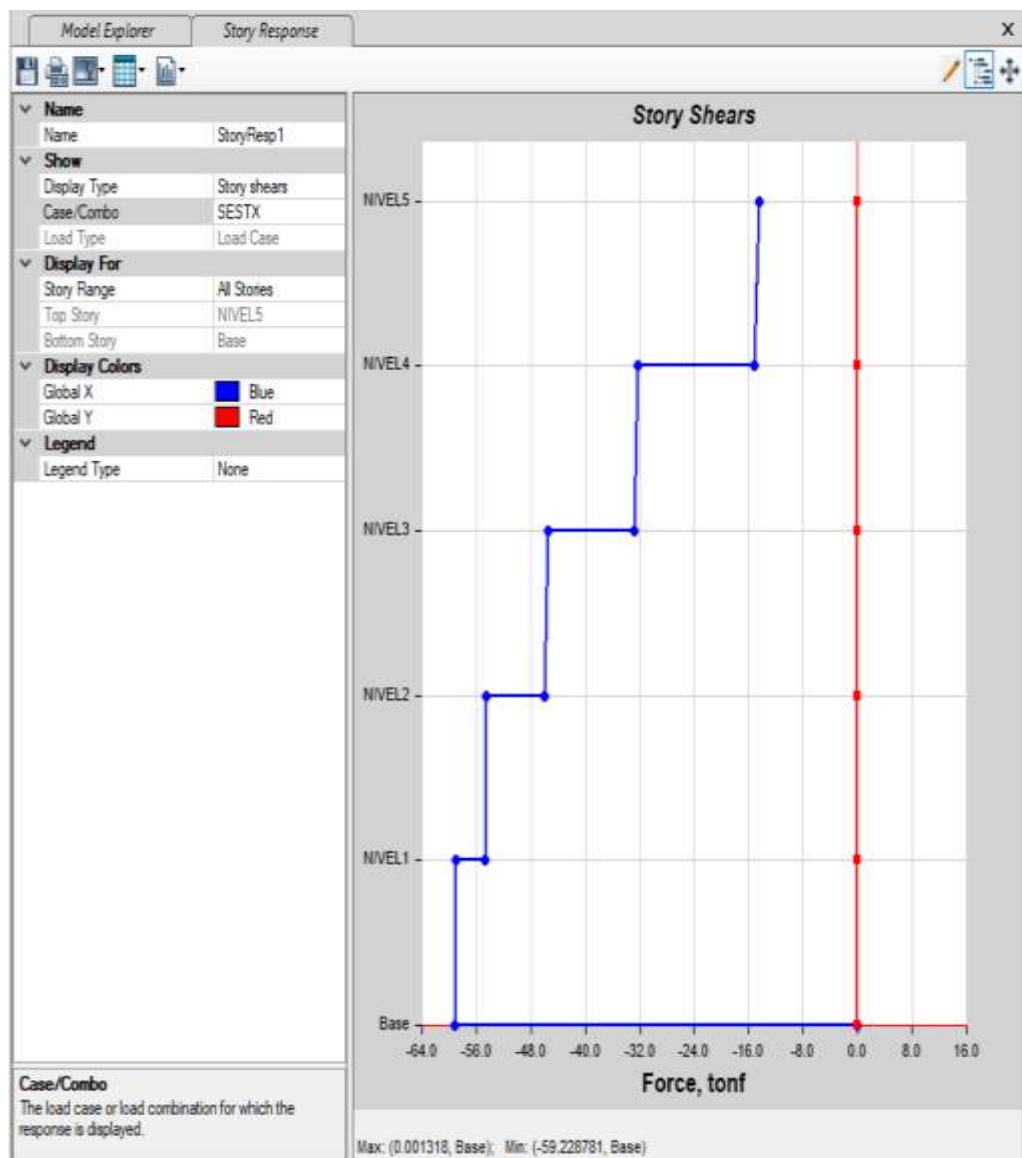
Dirección	Coficiente	P(tn)	V(tn)
X-X	0.107	570.3984	-59.2288
Y-Y	0.107	570.3984	-59.2296

Al realizar el análisis sísmico se obtiene la cortante por cada entrepiso.

Tabla 51
Datos de la fuerza cortante de cada nivel

Nivel	Elevación	Location	V tonf
Nivel5	14.00	Bottom	-15.2282
Nivel4	11.2	Bottom	-32.8214
Nivel3	8.4	Bottom	-46.0205
Nivel2	5.6	Bottom	-54.8239
Nivel1	2.8	Bottom	-59.2288

Figura 49
Visualización gráfica de la fuerza cortante de cada nivel



Nota. Se tiene de manera grafica el valor de cortante por cada piso en el software Etabs v18 con el análisis estático usando la Norma E.030-2019 del sistema dual. Etabs v18.

Análisis Dinámico

➤ Modos de vibración

Se toma 3 modos de vibración por cada nivel por lo que se establece 15 modos de vibración correspondientes a la estructura de 5 niveles

➤ Análisis Modal

Se establece para el caso modal la resolución matricial “Ritz” en el software Etabs como se observa en la siguiente figura.

Figura 50
Datos en la asignación de casos modales

Load Type	Load Name	Maximum Cycles	Target Dyn. Par. Ratio, %
Acceleration	UX	0	99
Acceleration	UY	0	99

Nota. Se tiene la asignación del caso modal en el Software para la estructura de 5 niveles del sistema dual. Etabs v18.

Realizando el análisis sísmico con el software Etabs v18 obtienen los siguientes modos y periodos de la estructura.

Tabla 52
Valores de modos y periodos de la estructura

Case	Modo	Periodo (s)	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	0.247	0.4917	0.2405	0.4917	0.2405
Modal	2	0.243	0.2397	0.4889	0.7314	0.7294
Modal	3	0.147	4.888E-06	0.0001	0.7314	0.7295
Modal	4	0.062	0.1217	0.0639	0.8531	0.7935
Modal	5	0.062	0.0624	0.1216	0.9155	0.915
Modal	6	0.038	0	4.585E-05	0.9155	0.9151
Modal	7	0.031	0.0549	0.0021	0.9704	0.9171
Modal	8	0.03	0.002	0.0543	0.9724	0.9715
Modal	9	0.021	0.0032	0.0135	0.9756	0.985
Modal	10	0.021	0.0166	0.0031	0.9922	0.988
Modal	11	0.018	0.0028	0.0049	0.9951	0.9929
Modal	12	0.017	0.0023	0.004	0.9974	0.9969
Modal	13	0.013	0.0012	0.0005	0.9986	0.9974
Modal	14	0.008	0.001	0.0012	0.9996	0.9986
Modal	15	0.008	0.0003	0.0008	0.9999	0.9994

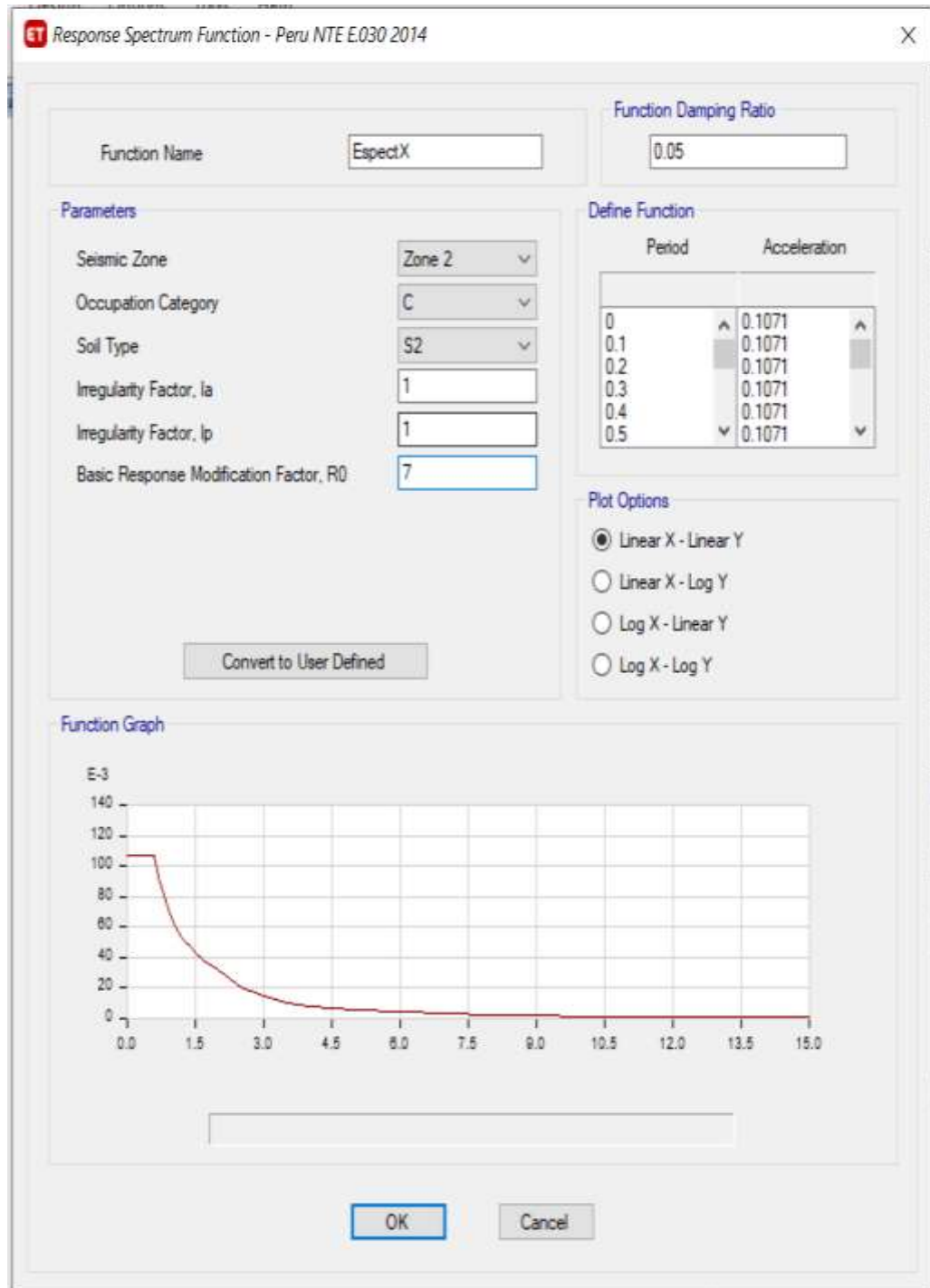
Se observa en la figura:

- El periodo fundamental en dirección X es de $T = 0.247$ s presente en el modo 1 ya que presenta una participación del 49.17% de masa, también podemos observar que a partir del modo 5 obtenemos la masa participativa acumulativa del 91.55% que resulta ser mayor que el 90% indicada en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.
- El periodo fundamental en dirección Y es de $T = 0.243$ s presente en el modo 2 ya que presenta una participación del 72.94% de masa, también podemos observar que a partir del modo 5 obtenemos la masa participativa acumulativa del 91.5% que resulta ser mayor que el 90% indicada en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

➤ **Aceleración Espectral**

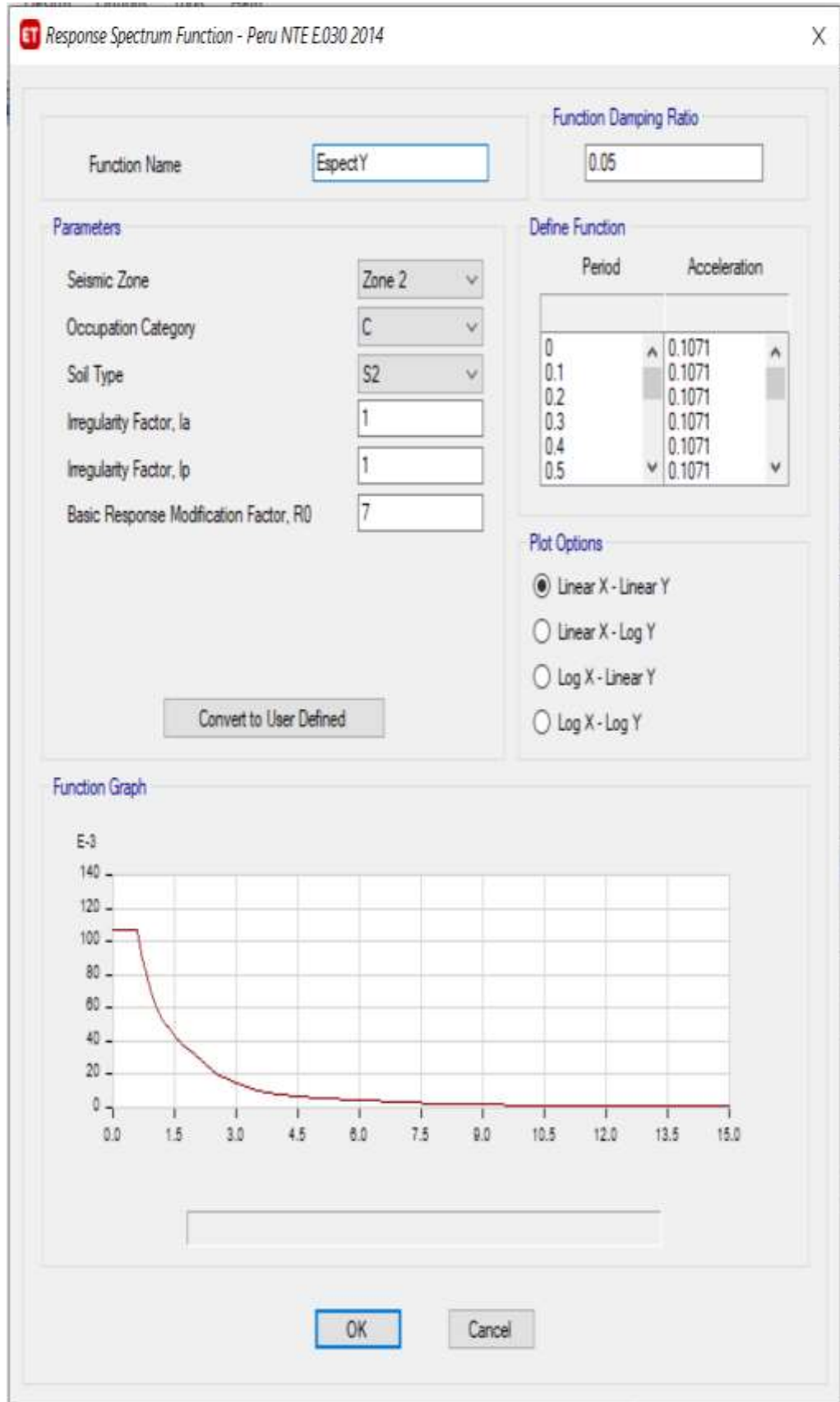
Para poder realizar un análisis sísmico dinámico, primero se debe generar un espectro de diseño que se realiza en el software a partir de los parámetros sísmicos determinados anteriormente.

Figura 51
Datos de espectro respuesta en dirección



Nota. Se tiene la asignación de los parámetros sísmicos del espectro de respuesta sísmica en la dirección del sistema dual. Etabs v18.

Figura 52
Datos de espectro respuesta en dirección Y



Nota. Se tiene la asignación de los parámetros sísmicos del espectro de respuesta sísmica en la dirección Y del sistema dual. Etabs v18.

➤ **Cortante en la base**

Se realiza el análisis sísmico usando el software Etabs v18 donde nos arrojó las cortantes por piso.

Tabla 53
Datos de Fuerza Cortante por piso

Story	Output Case	Location	V (Tonf)	Vy (Tonf)	M (Tonf)	My (Tonf)
NIVEL5	SDINX	Bottom	16.6554	1.686	4.6177	45.6853
NIVEL4	SDINX	Bottom	32.8482	3.5514	14.4513	135.7944
NIVEL3	SDINX	Bottom	44.0293	4.8329	27.9002	255.6465
NIVEL2	SDINX	Bottom	51.214	5.5572	43.3804	394.2116
NIVEL1	SDINX	Bottom	54.522	5.8077	59.5814	541.9612

Tabla 54
Datos de Fuerza Cortante Y

Story	Output Case	Location	V (Tonf)	Vy (Tonf)	M (Tonf)	My (Tonf)
NIVEL5	SDINY	Bottom	1.4344	14.2014	38.9696	3.9292
NIVEL4	SDINY	Bottom	3.0257	27.9772	115.7624	12.3063
NIVEL3	SDINY	Bottom	4.12	37.4727	217.7578	23.7634
NIVEL2	SDINY	Bottom	4.7374	43.5681	335.609	36.9555
NIVEL1	SDINY	Bottom	4.9509	46.3746	461.262	50.765

Fuerza Cortante mínima

Tabla 55
Verificación de Fuerza Cortante Dinámica

Dirección	V Est(tn)	V Din(tn)	V Din/ V Est	> 80%
X-X	59.2288	54.522	92.05%	Si Cumple
Y-Y	59.2296	46.3746	78.30%	No Cumple

Se observa que es necesario aumentar la cortante dinámica, para ello se le debe multiplicar por un factor de amplificación en la dirección .

Tabla 56
Factores de amplificación para la Fuerza Cortante

Dirección	α
X-X	1
Y-Y	1.03

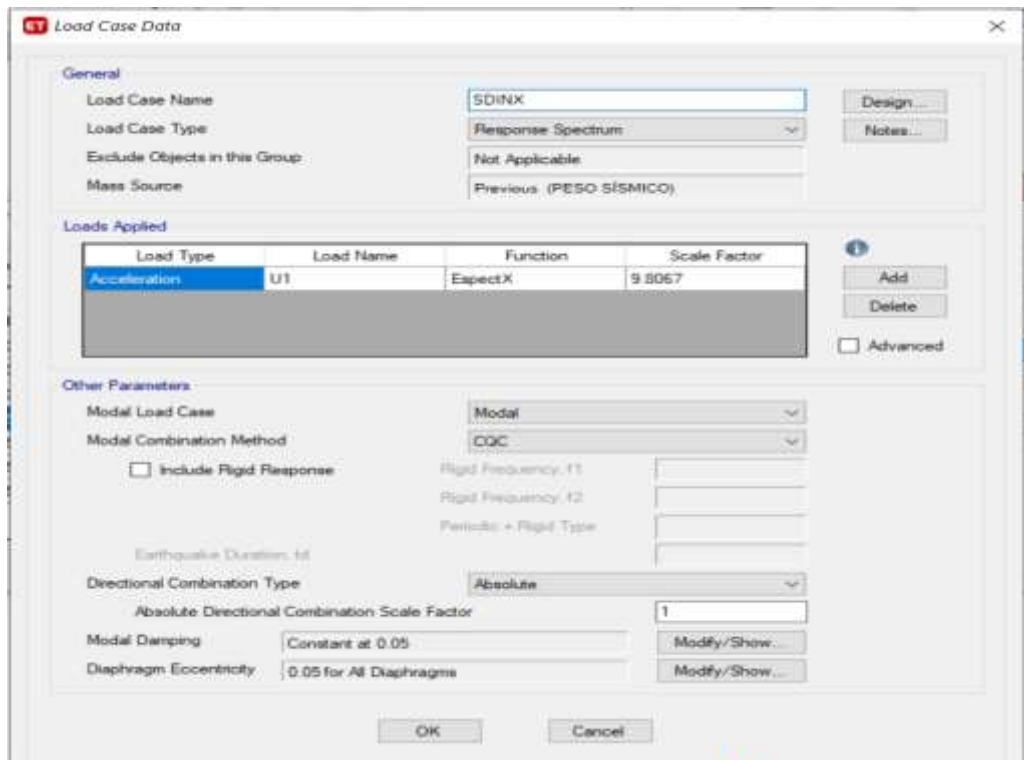
Se realiza nuevamente la verificación de la cortante una vez multiplicada con el factor de amplificación.

Tabla 57
Nueva verificación de Fuerza Cortante Dinámica

Dirección	V Est(tn)	V Din(tn)	V Din/ V Est	> 80%
X-X	59.2288	54.522	92.05%	Si Cumple
Y-Y	59.2296	47.765838	80.65%	Si Cumple

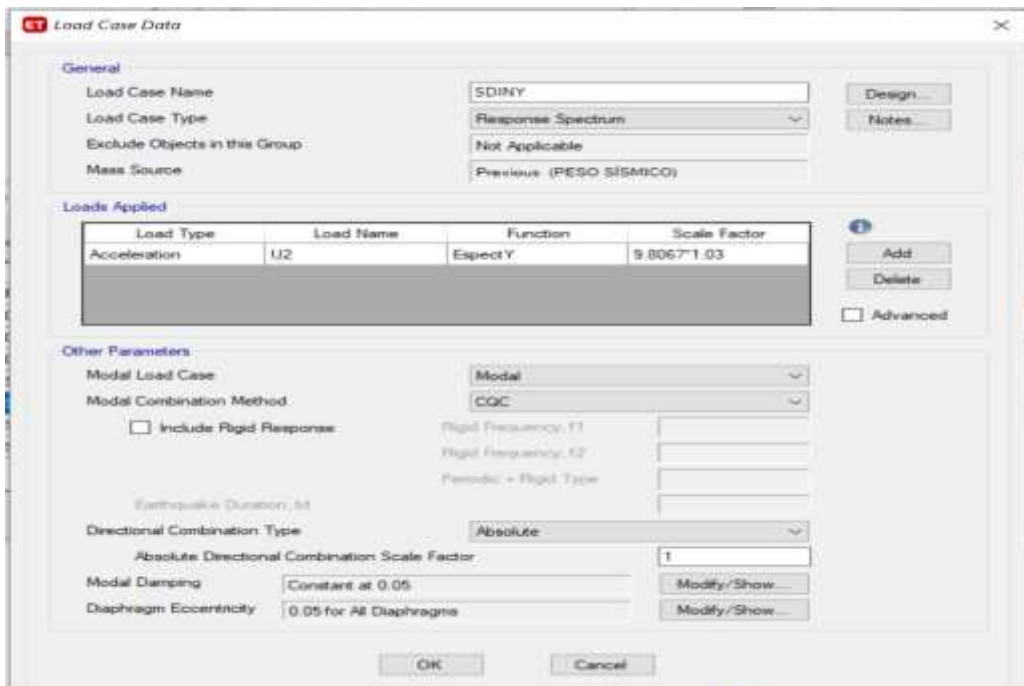
La cortante dinámica ya cumple con las condiciones que indica la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

Figura 53
Carga dinámica en el eje



Nota. Se tiene que no se multiplica por el factor de amplificación ya que la cortante dinámica es mayor al 80% de la cortante estática del sistema dual. Etabs v18.

Figura 54
Modificación del caso de carga dinámica en el eje Y



Nota. Se tiene la multiplicación por el factor de amplificación para que la cortante dinámica sea mayor al 80% de la cortante estática del sistema dual. Etabs v18.

Desplazamiento lateral permisible

Tabla 58

Valores máximos de la distorsión del entrepiso

Material	Dei
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

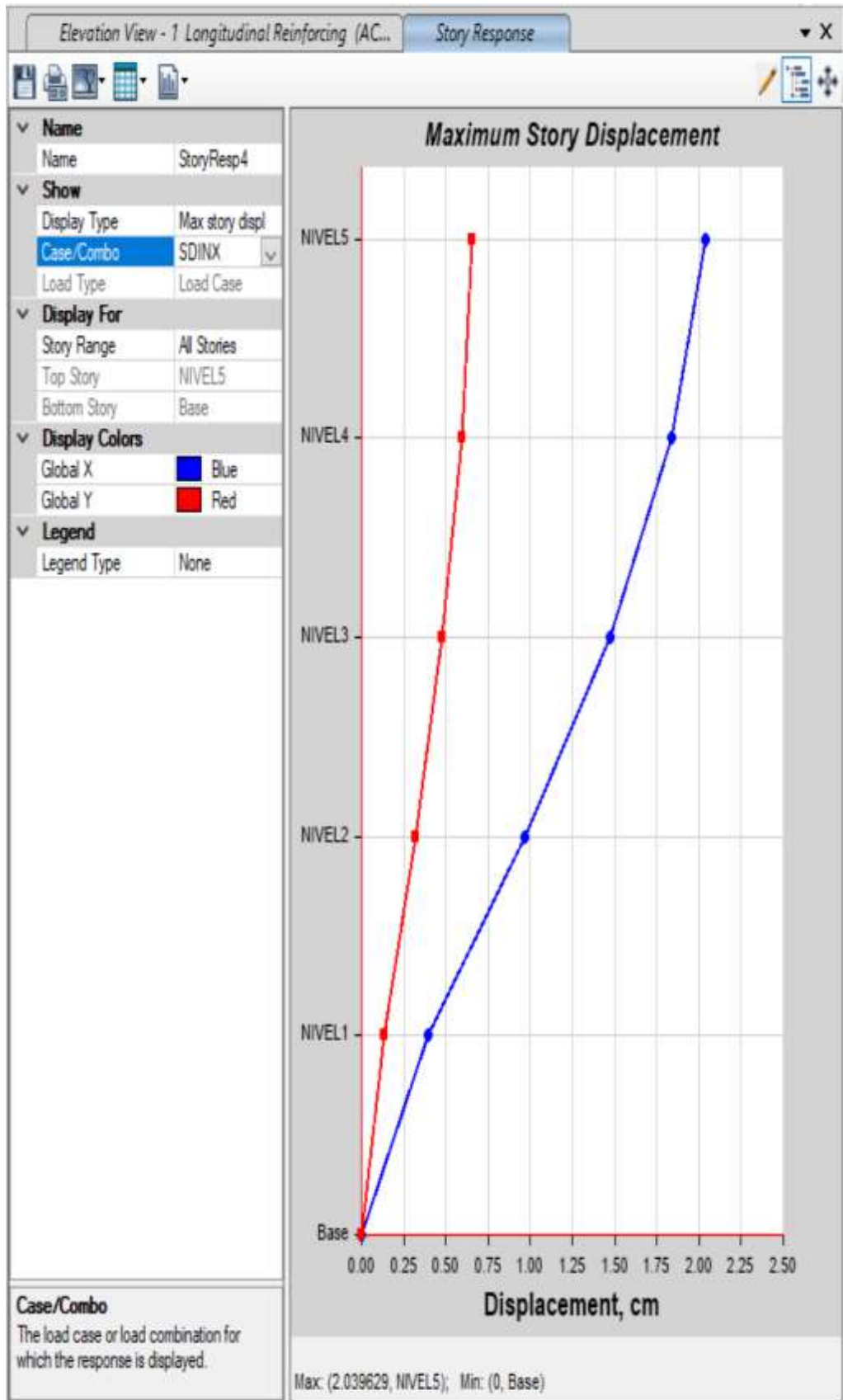
Luego del análisis se realiza la verificación de los desplazamientos laterales que existe en la estructura. Para esta norma se multiplica los desplazamientos elásticos por 0.75R para la edificación irregular de tal forma que se consiguen las siguientes derivas.

Tabla 59

Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico

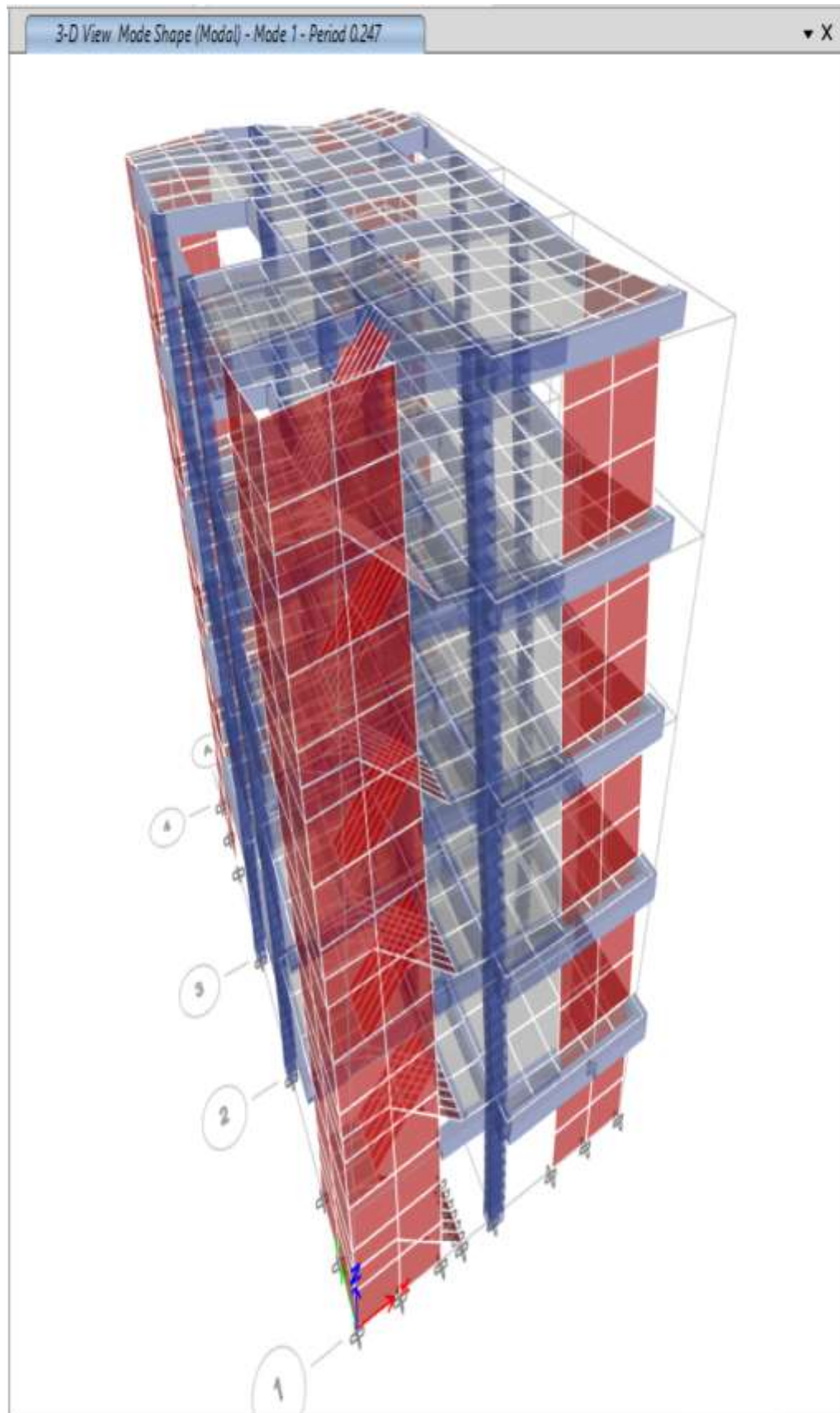
N pisos	hei(m)	$\Delta ei(mm)$	$\phi_{elástica}$	$\phi_{inelástica}$	$\phi_{E.030}$
5	2.8	2.324	0.00018214	0.0011	0.007
4	2.8	1.814	0.00019893	0.0012	0.007
3	2.8	1.257	0.00019714	0.0012	0.007
2	2.8	0.705	0.00016500	0.0010	0.007
1	2.8	0.243	0.00008679	0.0005	0.007

Figura 55
Desplazamiento absoluto en Y



Nota. Se tiene los desplazamientos dinámicos absolutos en dirección Y del sistema dual. Etabs v18.

Figura 56
Desplazamiento lateral en X

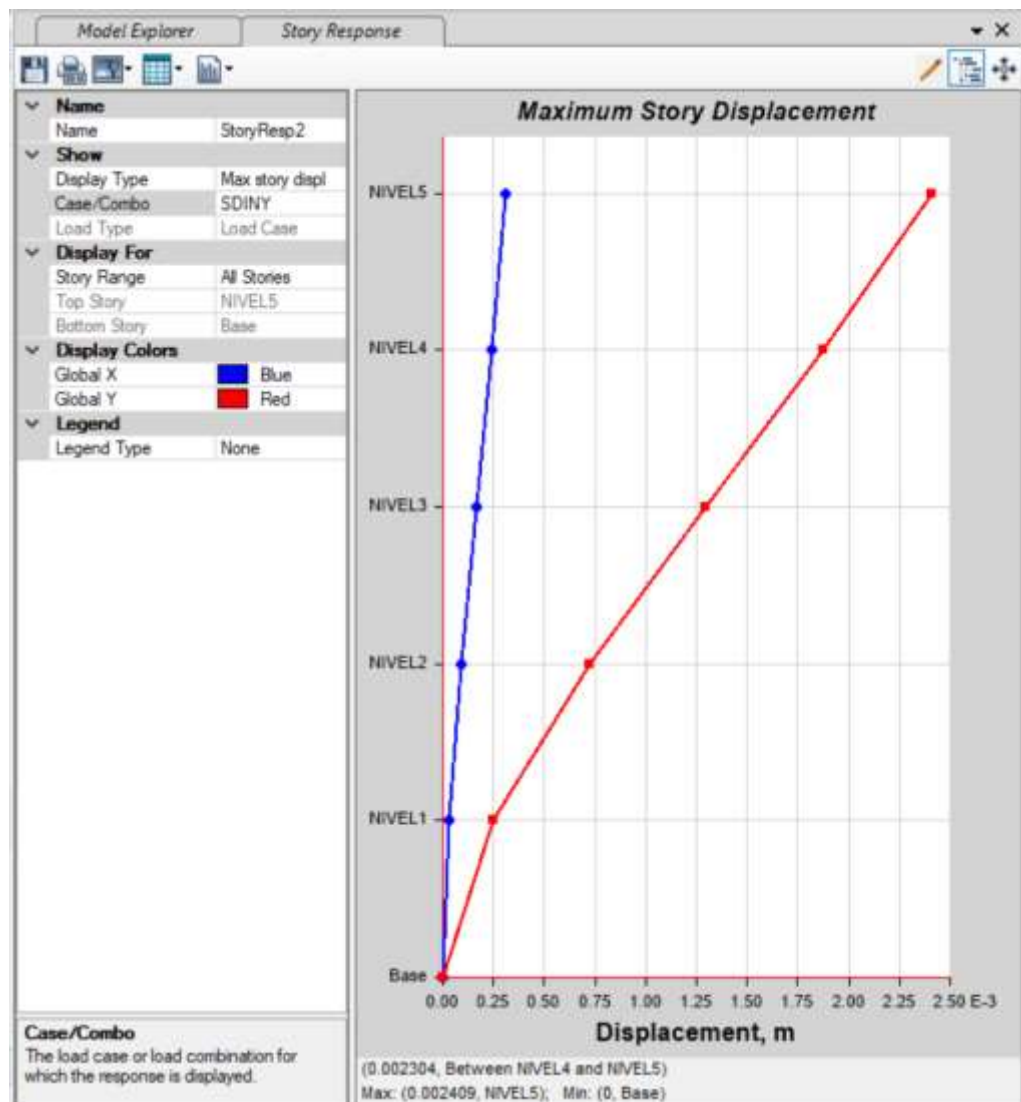


Nota. Se tiene los desplazamientos laterales en dirección según el modo 1 con el periodo 0.247 s del sistema dual. Etabs v18.

Tabla 60
Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico Y

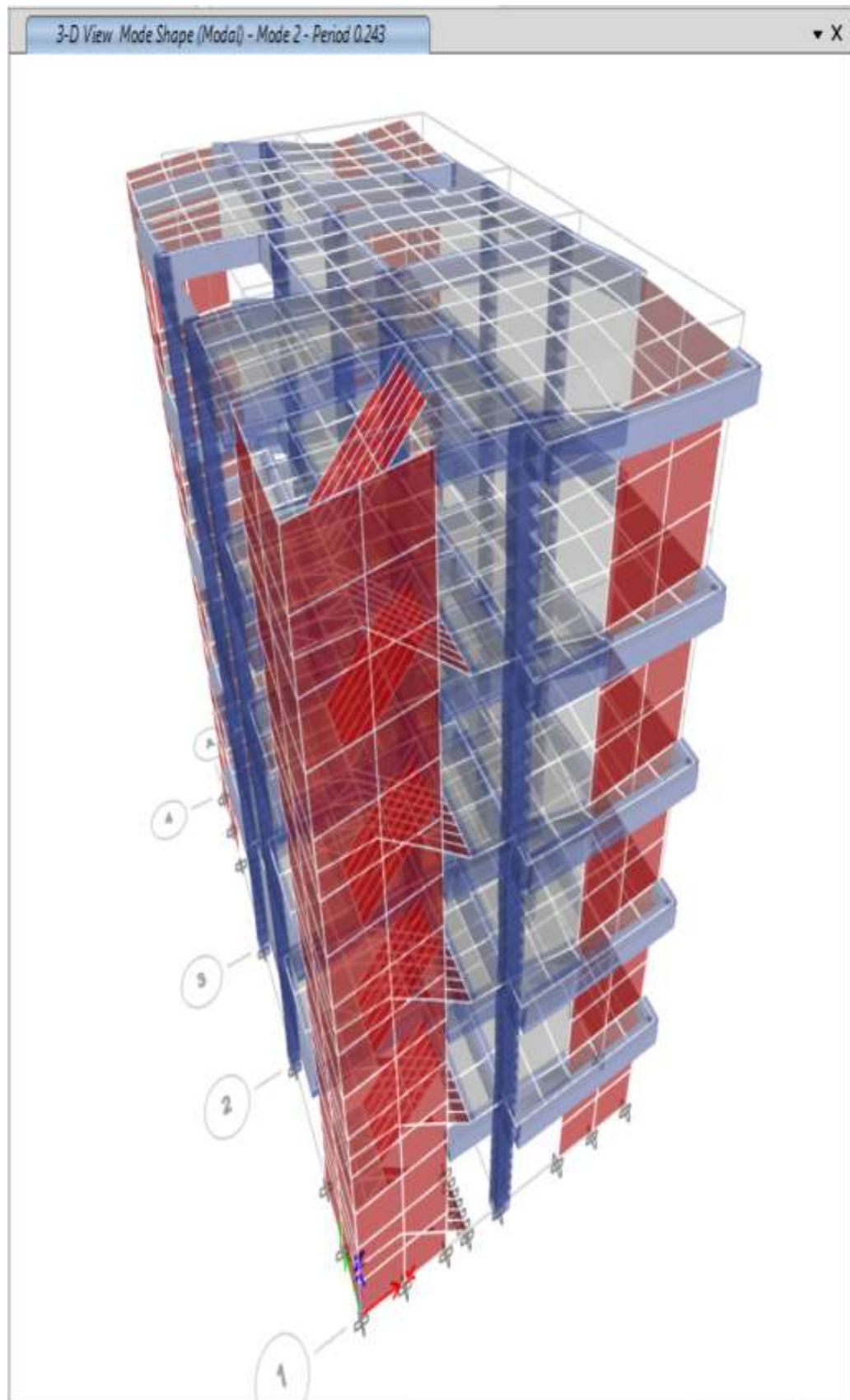
N pisos	hei(m)	$\Delta ei(mm)$	$\phi_{elástica}$	$\phi_{inelástica}$	$\phi E. 030$
5	2.8	2.409	0.00019179	0.0012	0.007
4	2.8	1.872	0.00020714	0.0012	0.007
3	2.8	1.292	0.00020429	0.0012	0.007
2	2.8	0.72	0.00016964	0.0010	0.007
1	2.8	0.245	0.00008750	0.0005	0.007

Figura 57
Desplazamiento absoluto en Y



Nota. Se tiene los desplazamientos dinámicos absolutos en dirección Y del sistema dual. Etabs v18.

Figura 58
Desplazamiento lateral en Y



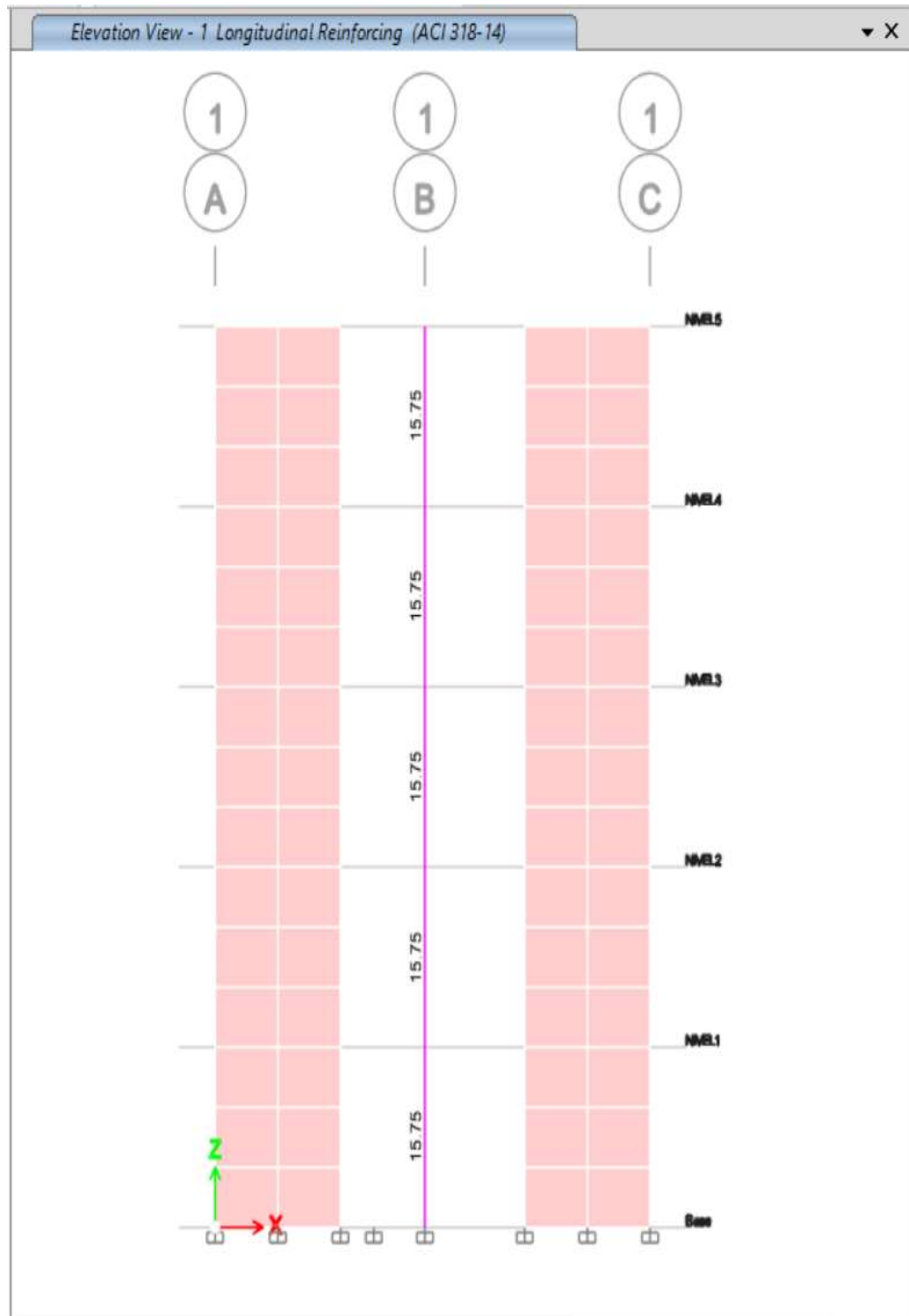
Nota. Se tiene los desplazamientos laterales en dirección Y según el modo 2 con el periodo 0.243 s del sistema dual. Etabs v18.

Diseño de elementos estructurales

➤ Diseño de columna

Figura 59

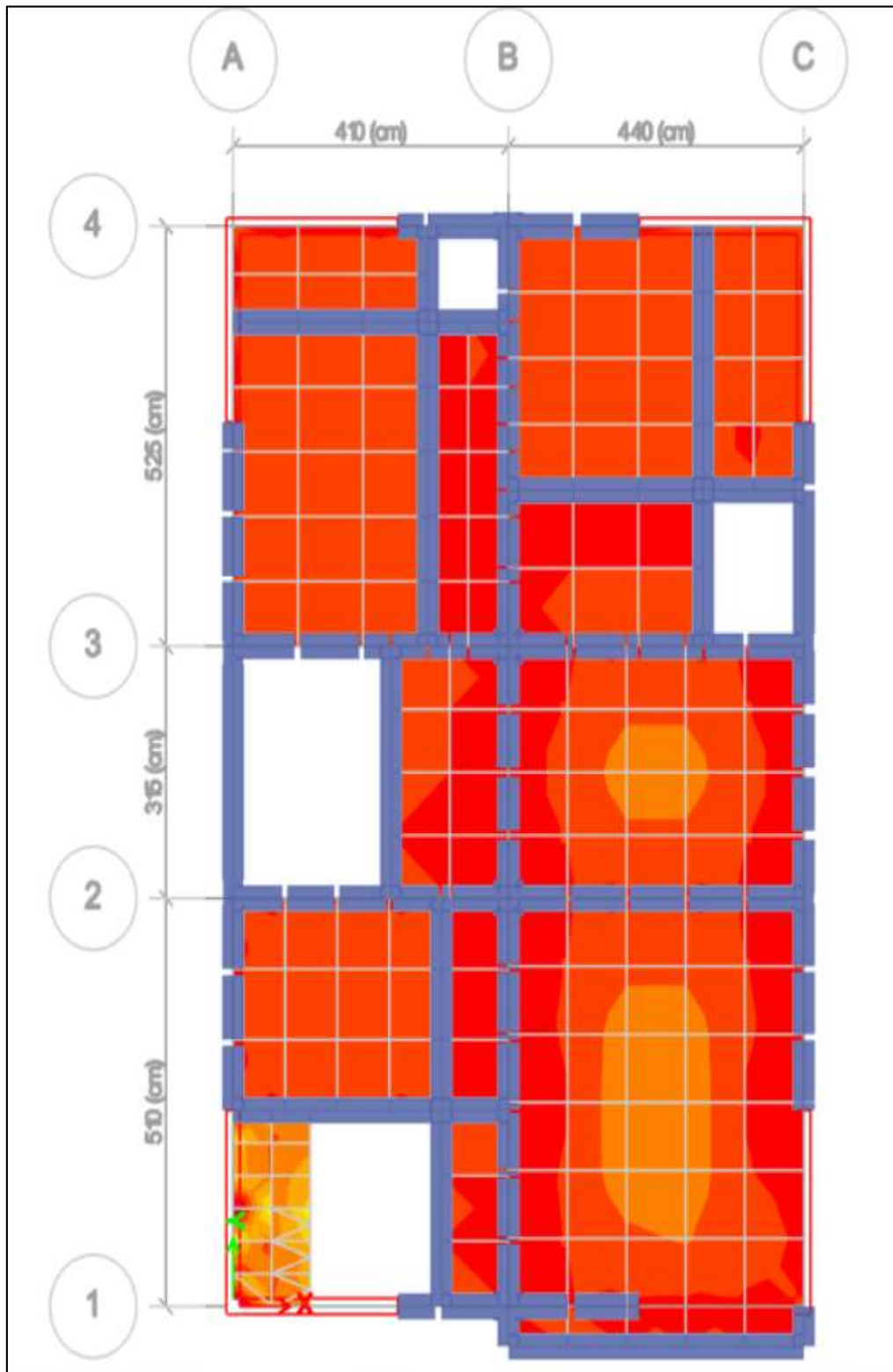
Acero requerido para columnas



Nota. Se tiene el área de acero requerida en cm² para las columnas del sistema dual, teniendo en cuenta la simetría de los aceros y solo deben ser de 1 tamaño con el correspondiente anclaje y solape. Etabs v18.

➤ **Diseño de losa**

Figura 61
Momentos máximos en la losa



Nota: Se tiene el área los momentos máximos positivos (3.58 tonf-m) y negativos (0.85 tonf-m) en la losa aligerada, dado que con esto se puede diseñar y hallar el acero inferior y superior que requiere nuestra losa de 20cm de espesor. Etabs v18.

Tabla 61*Comparación de periodos entre ambos sistemas estructurales aporticado y dual*

Modo	Sistema Aporticado	Sistema Dual
1	0.686	0.247
2	0.535	0.243
3	0.484	0.147
4	0.216	0.062
5	0.172	0.062
6	0.157	0.038
7	0.12	0.031
8	0.099	0.03
9	0.087	0.021
10	0.077	0.021
11	0.066	0.018
12	0.061	0.017
13	0.051	0.013
14	0.03	0.008
15	0.017	0.008

El sistema aporticado presenta mayor periodo en los 15 modos de vibración respecto al sistema dual.

Tabla 62*Comparación de desplazamientos entre ambos sistemas estructurales aporticado y dual*

Sistema Aporticado			Sistema Dual		
Piso	Eje	Eje Y	Piso	Eje	Eje Y
5°	0.00567	0.00193	5°	0.00109	0.00115
4°	0.00638	0.00363	4°	0.00119	0.00124
3°	0.00669	0.00508	3°	0.00118	0.00123
2°	0.00568	0.00589	2°	0.00099	0.00102
1°	0.00671	0.00438	1°	0.00052	0.00053

El sistema dual presenta menores desplazamientos que el sistema aporticado debido a la incorporación de placas, ambas derivas de los sistemas se encuentran por debajo de la deriva máxima (0.007) estipulada en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

La presente tesis tiene como hipótesis general “La propuesta de un análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema aporticado y el sistema dual presenta un mejor diseño estructural en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco - 2023”. El cual se demuestra en la presente tesis, dado que a pesar de que el sistema aporticado cumple correctamente con las solicitaciones establecidas en la Norma Técnica Peruana, el sistema estructural dual presenta mejores resultados tanto como en los periodos de los modos de vibración y desplazamientos relativos, esto porque el sistema dual incluye placas o muros estructurales haciéndolo más resistente en eventos sísmico.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis titulada “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE SISTEMA APORTICADO Y EL SISTEMA DUAL EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, PILLCO MARCA - HUÁNUCO - 2023” Tiene como principal objetivo realizar el análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar.

Cabello (2020) en su tesis llegó a la conclusión de que el sistema dual tenía ventajas estructurales sobre el sistema aporticado, este juicio se apoya en una serie de observaciones y análisis, en primer lugar, quedó claro que los muros o losas de hormigón armado del sistema dual desempeñan un papel crucial a la hora de evitar movimientos mayores de la base y distorsiones entre niveles, una mayor estabilidad y una menor sensibilidad a las tensiones sísmicas son ventajas de esta característica, también se ha observado que las dimensiones de los componentes estructurales del sistema aporticado son mayores que las del sistema dual, esto sugiere que el sistema dual logra una optimización más exitosa de los elementos estructurales, lo que se traduce en una mayor eficiencia estructural, se descubrió que el sistema aporticado exhibe un desplazamiento mayor que el sistema dual en lo que respecta a los desplazamientos, los desplazamientos en el sistema dual fueron de 0,003 en la dirección "X" y de 0,004 en la dirección "Y", mientras que los desplazamientos en el sistema aporticado fueron de 0,006 en la dirección "X" y de 0,006 en la dirección "Y" estos resultados corroboran la afirmación de que el sistema dual supera al sistema aporticado en cuanto a su capacidad para limitar los desplazamientos, el estudio concluyó que, en comparación con el sistema aporticado, el sistema dual ofrece ventajas estructurales significativas en términos de estabilidad, optimización de elementos estructurales y control de desplazamientos, estos resultados son favorables al sistema dual en el escenario estudiado.

Camones y Rojas (2021) para lograr un mejor comportamiento estructural durante eventos sísmicos, se subraya en su tesis que existen variaciones sustanciales de diseño entre el sistema portalizado y el sistema dual, los muros del sistema dual reducen las distorsiones y torsiones de la estructura, lo que se suma a su mayor rendimiento, convirtiéndolo en un diseño estructural más eficaz que el sistema de pórticos, según los resultados de su investigación sobre los desplazamientos, el sistema de pórtico tiene mayores desplazamientos que el sistema dual, para el sistema aporticado, estos desplazamientos son de 0,006 en ambas direcciones ("X" e "Y"), pero para el sistema dual, son de 0,006 en "X" y 0,005 en "Y", estos resultados corroboran sus conclusiones y apoyan la ventaja del sistema dual sobre un sistema único en términos de control del desplazamiento, sus conclusiones sugieren que el sistema de clavijas es más adaptable que el sistema dual en términos de periodos, los valores de periodo hallados para el sistema aporticado son, en ambas direcciones, inferiores a los del sistema dual, estos resultados concuerdan con la hipótesis de que el sistema aporticado es más elástico y sensible a las perturbaciones sísmicas que el sistema dual, en conclusión, su investigación demuestra que el sistema dual supera al sistema aporticado en términos de diseño estructural, control de desplazamientos y comportamiento sísmico, estos resultados son coherentes con la declaración de la Norma Técnica E.030 sobre Diseño Sismorresistente acerca de la deriva máxima permitida, que afirma que el sistema dual está mejor equipado para soportar las perturbaciones sísmicas.

CONCLUSIONES

- En términos de desplazamientos, se descubrió que el sistema dual, a diferencia del sistema portalizado, demuestra una mayor rigidez en ambas direcciones, para el sistema portalizado y el sistema dual, respectivamente, los valores máximos de desplazamiento en la dirección "X" son 0,0067 y 0,0012, respectivamente, el desplazamiento máximo en la dirección "Y" para el sistema aporticado es de 0,0058, mientras que es de 0,0012 para el sistema dual, estos resultados demuestran que el sistema dual tiene mejor rigidez y es más resistente al desplazamiento.
- Se ha comprobado que el sistema aporticado es menos rígido que el sistema dual en lo que respecta a los periodos de vibración, los periodos de vibración del sistema aporticado en la dirección "X" son de 0,686 segundos, mientras que los del sistema dual son de 0,247 segundos, el sistema dual tiene un periodo de 0,243 segundos en la dirección "Y", frente a los 0,535 segundos del sistema aporticado. Según estos resultados, se considera que el sistema aporticado es más adaptable que el sistema dual.
- Al final, se comprueba que el comportamiento sísmico del sistema dual es superior al del sistema aporticado, el uso de muros o losas de hormigón armado en el sistema dual ayuda a evitar distorsiones entre pisos y aumentos significativos en el desplazamiento de la base, esto resulta en un sistema dual con partes estructurales que están más afinadas y, como resultado, se comportan mejor durante ocurrencias sísmicas.

RECOMENDACIONES

- Para lograr el mejor rendimiento estructural frente a fuertes movimientos sísmicos, es muy aconsejable que un ingeniero estructural realice una investigación exhaustiva de la estructura del edificio. Se recomienda llevar a cabo análisis sísmicos estáticos y dinámicos, como exigen las normas pertinentes.
- La importancia de diseñar cuidadosamente la disposición de los muros o losas estructurales se pone de relieve cuando se adopta un sistema dual. Estos componentes adicionales son esenciales para absorber las tensiones causadas por los terremotos, es esencial evitar posiciones incorrectas que puedan provocar torsiones entre pisos.
- Se subraya la necesidad de tener en cuenta todos los criterios señalados en la Norma Técnica Peruana pertinente para crear una construcción robusta que pueda soportar fuertes terremotos, siguiendo estas recomendaciones se asegurará una estructura resistente a sismos y con un diseño sísmico aceptable.
- Se aconseja confirmar que los movimientos producidos por el análisis dinámico del pórtico y los sistemas duales no excedan la deriva máxima permitida por la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, este examen garantiza que el edificio puede sobrevivir a los terremotos dentro de unos límites aceptables.
- Es preferible utilizar un software de análisis estructural especializado que se centre en las características del edificio, como el software ETABS, gracias a su capacidad para modificar los parámetros sísmicos y detectar anomalías estructurales, este tipo de software produce resultados de análisis sísmicos más precisos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI. (2006). *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary*. EEUU: American Concrete Institute.
- Arias, D. & Quijada, C. (2019). *Comparación de aspectos estructurales y económicos entre un edificio de 8 pisos para vivienda de muros de ductilidad limitada y sistema dual tipo I optimizado*. Lima: Universidad Católica del Perú.
- Arteaga, I. (2018). *Análisis comparativo de costos en una vivienda familiar usando el sistema constructivo emmedue y el sistema de albañilería en la ciudad de Huanuco, 2018*. Huánuco – Perú: Universidad de Huánuco.
- Athanasios, E. (2020). *Evaluación de enfoques alternativos para el diseño sísmico de estructuras*. Reino Unido: Universidad de Strathclyde.
- Balestrini, M. (1997). *Como se elabora el proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: BI Consultores Asociados.
- Blanco, A. (1996). *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado*. Lima-Perú.
- Boroschek, R. (2009). *Dinámica avanzada de estructuras*. Santiago-Chile: Universidad de Chile.
- Cabello, B. (2020). *Análisis estructural comparativo entre los sistemas estructurales de concreto armado aporricado y dual, Lima 2020*. Trujillo: Universidad César Vallejo.
- Camones, N. & Rojas, A. (2021). *Análisis comparativo del diseño estructural de sistema aporricado y dual en una vivienda multifamiliar, Urbanización Santa Paula, Puente Piedra, 2021*. Trujillo: Universidad César Vallejo.
- Computers & Structures inc. (2013). *Si Analysis Reference Manual*. Estados Unidos: Si.
- Concepto.pe. (2021). *Concepto.pe*. Fuente: <https://concepto.de/>
- Cuevas, E. (2021). *Evaluación numérica del comportamiento sísmico de Edificaciones de muros delgados de concreto reforzado*

representativas del diseño y construcción en Colombia. Colombia: Universidad Del Valle.

Estrada, S. & Verde, J. (2020). *Análisis comparativo del diseño estructural con la aplicación del software Etabs respecto al método tradicional de un edificio de cinco pisos con semisótano ubicado en el distrito de San Martín de Porres–Lima.* Lima: Universidad San Martín de Porres.

Flores, E. (2021). *Modelación, Diseño estructural comparativo y propuesta de ampliación vertical de la edificación Flores Mena, ubicada en la ciudad de Quito-Ecuador, Sector Cofavi.* Quito- Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Franco, M. (2017). *Vivienda multifamiliar y oficinas.* Quito-Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.

sallardo, P. & Gallardo, R. (2019). *Análisis comparativo entre el sistema dual y de muros de ductilidad limitada para determinar la mejor alternativa de construcción de una edificación en la ciudad de Huánuco.* Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Gómez, M. (2011). *Diseño estructural de edificios altos tipo torre empleando concreto de alta resistencia.* México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Guerrero, K. (2020). *Diseño de vivienda multifamiliar sostenible en Cumbayá, Quito, 2020.* Quito-Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamerica.

Hernández, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación.* Mexico: McGraw-Hill.

Hernandez, R. (2014). *Metodología de la Investigación. (6ta ed.).* México D.F: McGraw-Hill.

Herrera, C. (2019). *Diseño hidráulico de un tanque de succión, un tanque de regulación y red de distribución para el abastecimiento de agua en la urbanización rincón de las Margaritas, Villavicencio - Meta.* Meta-Colombia: Universidad Santo Tomás Villavicencio.

IGP. (2021). *Instituto Geofísico del Perú.* Fonte: Instituto Geofísico del Perú: <https://www.gob.pe/igp>

- Ladera, J. (2019). *Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de San Carlos, distrito Huancayo 2017*. Huancayo: Universidad Continental.
- Latifi, R. (2020). *Modelo numérico tridimensional para sísmica análisis de estructuras*. Italia: Universidad de Bolonia.
- Lingán, S. (2018). *Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada para una vivienda multifamiliar*. Trujillo: Universidad César Vallejo.
- Londoño, A. (2019). *Estudio y análisis comparativo entre el método aporticado y mampostería estructural, realizado en la construcción de casas de uno y dos pisos, establecido en la empresa*. Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Mantilla, M. (2018). *Diseño estructural de un edificio aporticado Tipo A2 de 4 niveles con disipadores de energía en el AA.HH. Belén, distrito de Nuevo Chimbote - 2018*. Ancash: Universidad César Vallejo.
- Martín, H. (2021). *Comparativa de cálculo estructural entre dos softwares: ETABS Y SAP2000*. España-Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Ministerio de Vivienda, C. & SENCICO. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima-Perú.
- Nina, R. A. (2019). *Diseño estructural en concreto armado de un edificio de ocho niveles y un semisótano*. Arequipa – Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Ñaca, D. (2017). *Análisis comparativo de costos para los sistemas estructurales aporticado dual y albañilería confinada de un edificio de departamentos en la ciudad de Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Quispe, E. (2017). *Evaluación comparativa del análisis estructural entre los sistemas estructurales: pórticos y dual (Pórtico Regidizados) en un edificio tipo educacional*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

- Quispe, H. (2018). *Análisis y diseño estructural de un centro comercial en base a pórticos arriostrados de acero en la ciudad de Juliaca*. LIMA – PERÚ: Universidad Peruana Unión.
- RNE. (2019). *Norma E.020*. Fuente: Norma E.020: <https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>
- RNE. (2019). *Norma E.030*. Fuente: Norma E.030: <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>
- RNE. (2019). *Norma E.060*. Fuente: Norma E.060: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_concreto_armado.pdf
- RNE. (2019). *Norma E070*. Fuente: Norma E070: <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>
- Ruíz, R. (2019). *Análisis y diseño estructural para la ejecución de edificios en el proyecto “clínica privada” del distrito de los Olivos, Lima*. Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- San Bartolome, A. (1998). *Análisis de edificios*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Soto, J., Alva, J., & Ortiz, C. (2018). *Evaluación de Espectros de Respuesta mediante el Análisis*. Brasil: COBRAMSEG.
- STRUCTURES, C. &. (2017). *ETABS V.19 Analysis and Design of*. Estados Unidos: CARIBE.
- Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.
- Tena, A., Juárez, G., Sandoval, M., & Archundia, H. (2018). Revisión de la seguridad sísmica de un edificio de concreto reforzado de mediana altura fuertemente irregular existente en la ciudad de México. *Ingeniería de Estructuras*, 46.

Tipacti, L. (2020). *Modelamiento y diseño estructural de una edificación de 8 niveles de concreto armado, urbanización San Luis, distrito y provincia Ica*. Trujillo - Perú: Universidad Cesar Vallejo.

Velásquez, H., & Fonten G, L. (2015). *Estudio comparativo de un edificio aporticado de concreto*. Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.

Velayarce, S. (2019). *Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicado en el Jr. Santa Rosa S/N, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín*. Tarapoto – Perú: Universidad Nacional de San Martín.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Palacios Martel, O. (2024). *Análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca – Huánuco - 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 63

Matriz de consistencia

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE SISTEMA APORTICADO Y EL SISTEMA DUAL EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
<p>Problema general: ¿Cómo realizar el análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco -2023?</p> <p>Problema específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo realizar el modelamiento usando el software Etabs para un análisis y diseño sísmico una vivienda multifamiliar, Pillco Marca – Huánuco - 2023? • ¿Cómo determinar los desplazamientos entre el Sistema de Aporticado y Sistema Dual para mejorar el comportamiento sísmico en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca–Huánuco – 2023? • ¿Cómo determinar los periodos de vibración entre el Sistema de Aporticado y Sistema Dual para obtener un mejor comportamiento sísmico en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca–Huánuco–2023? 	<p>Objetivo General Realizar el análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca-Huánuco -2023.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el modelamiento usando el software Etabs para un análisis y diseño sísmico una vivienda multifamiliar, Pillco Marca-Huánuco-2022. •Determinar los desplazamientos entre el Sistema de Aporticado y Sistema Dual para mejorar el comportamiento sísmico en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca–Huánuco–2023. •Determinar los periodos de vibración entre el Sistema de Aporticado y Sistema Dual para obtener un mejor comportamiento sísmico en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca–Huánuco–2023. 	<p>Hipótesis General Hi: La propuesta de un análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema aporticado y el sistema dual presenta un mejor diseño estructural en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca-Huánuco-2023</p> <p>H0: La propuesta de un análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema aporticado y el sistema dual no presenta un mejor diseño estructural en una vivienda multifamiliar, Pillco</p>	<p>Variable dependiente: Sistemas estructurales aporticado y dual</p> <p>Variable independiente: Análisis Estructural</p>	<p>Enfoque Será cuantitativo</p> <p>Alcance o nivel El alcance del proyecto es explicativo.</p> <p>Diseño Es no experimental</p>	<p>Población La población estudiada estará representada por muchos edificios de viviendas multifamiliares cercanos ubicado en el distrito de Pillco Marca, Provincia y Departamento de Huánuco.</p> <p>Muestra La muestra de la investigación será representada por la vivienda multifamiliar. Esta estructura estará ubicada en el distrito de Pillco Marca, Provincia y Departamento de Huánuco.</p>

Huánuco-2023?

Marca-Huánuco -
2023

ANEXO 2 PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Figura 62
Plano de ubicación

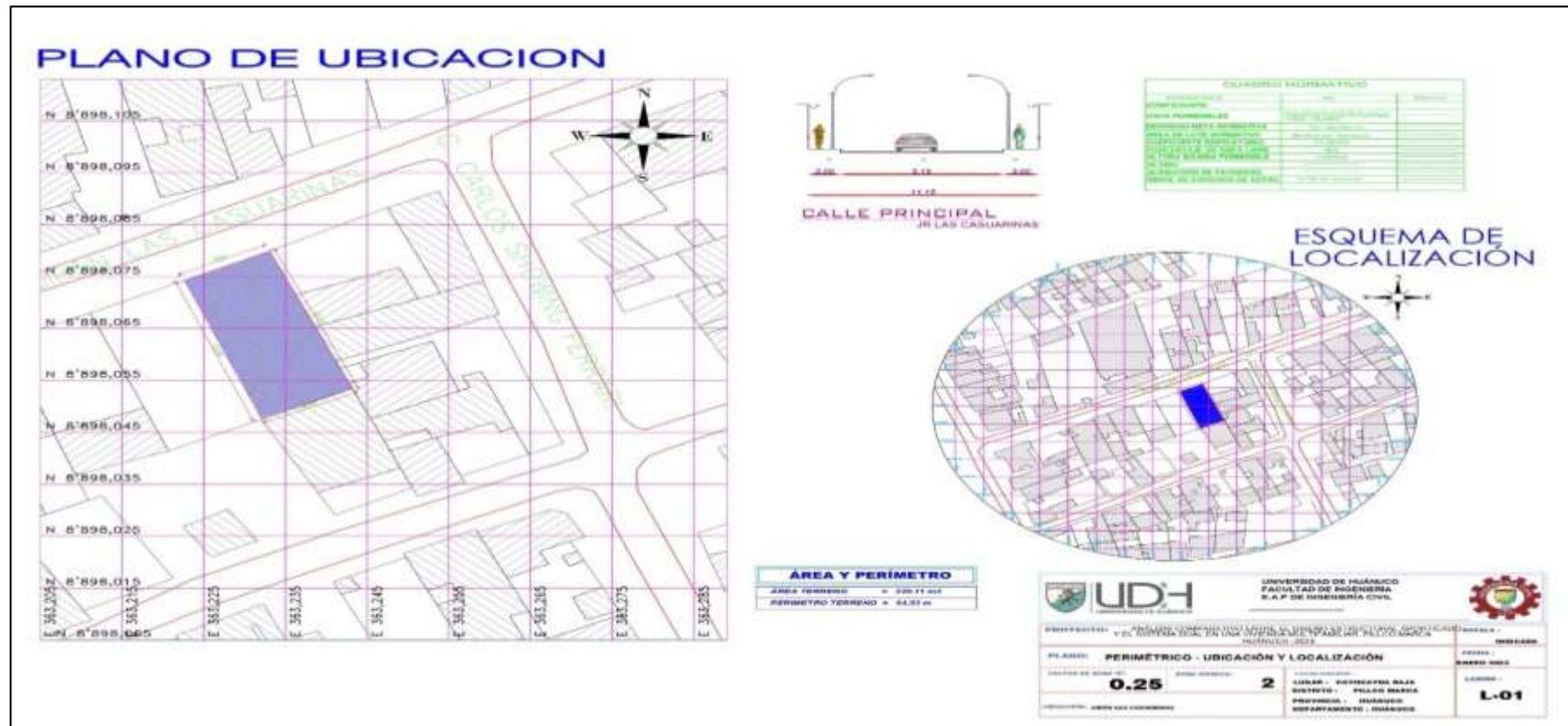
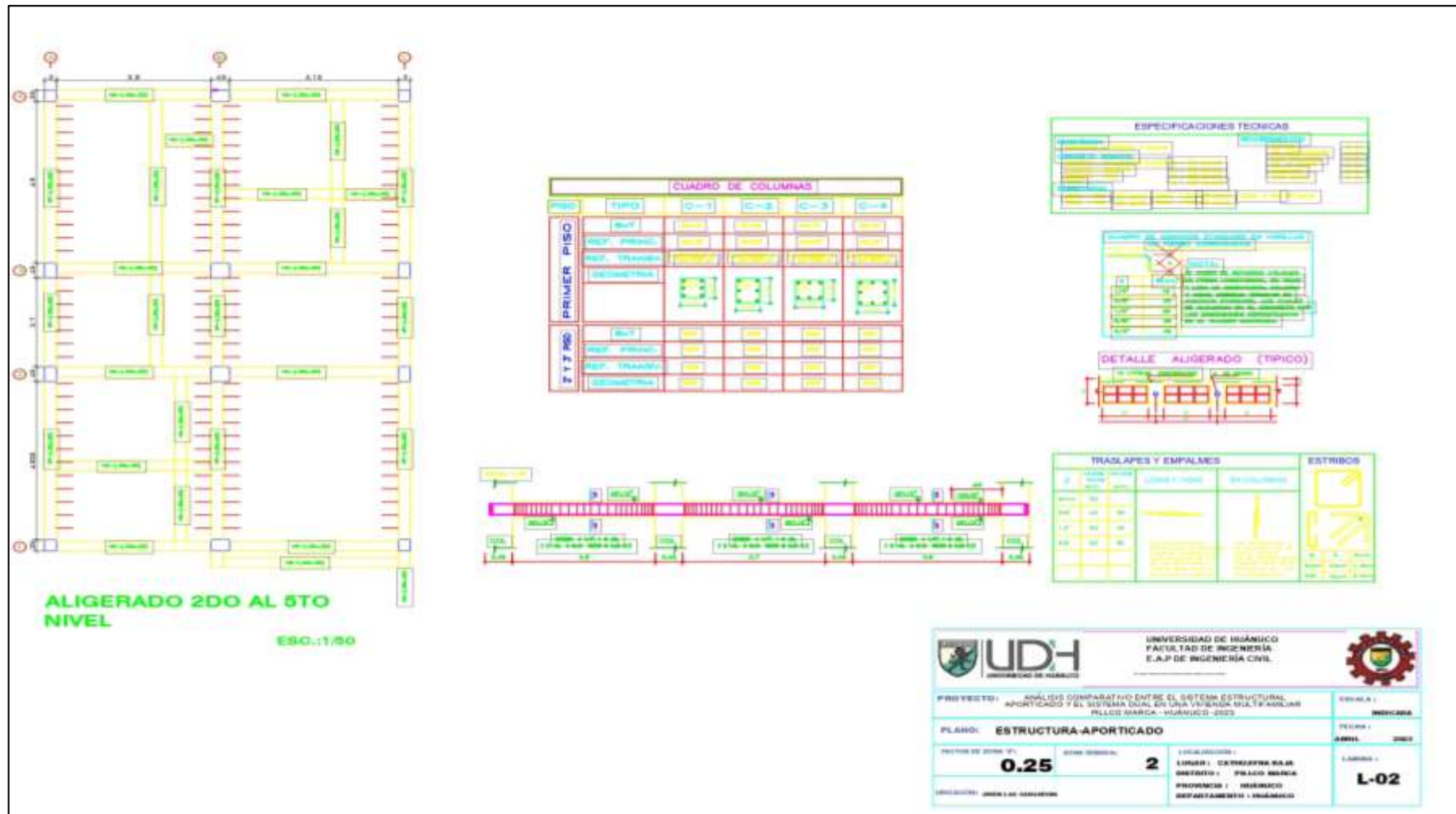


Figura 64
Plano de estructural de sistema aporticado



ANEXO 4 PLANO DE ESTRUCTURAS SISTEMA DUAL

Figura 65
Plano de estructural de sistema dual

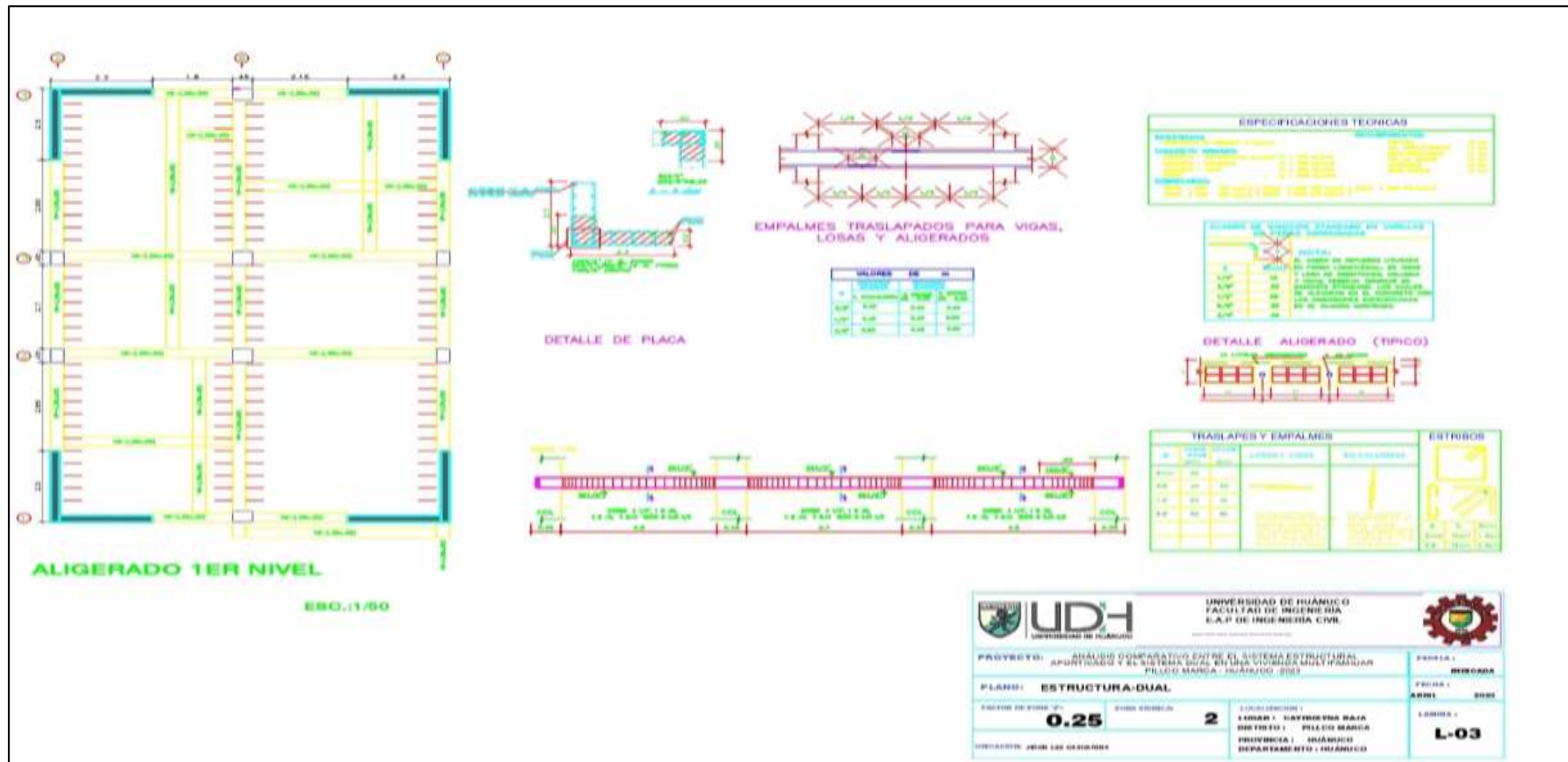
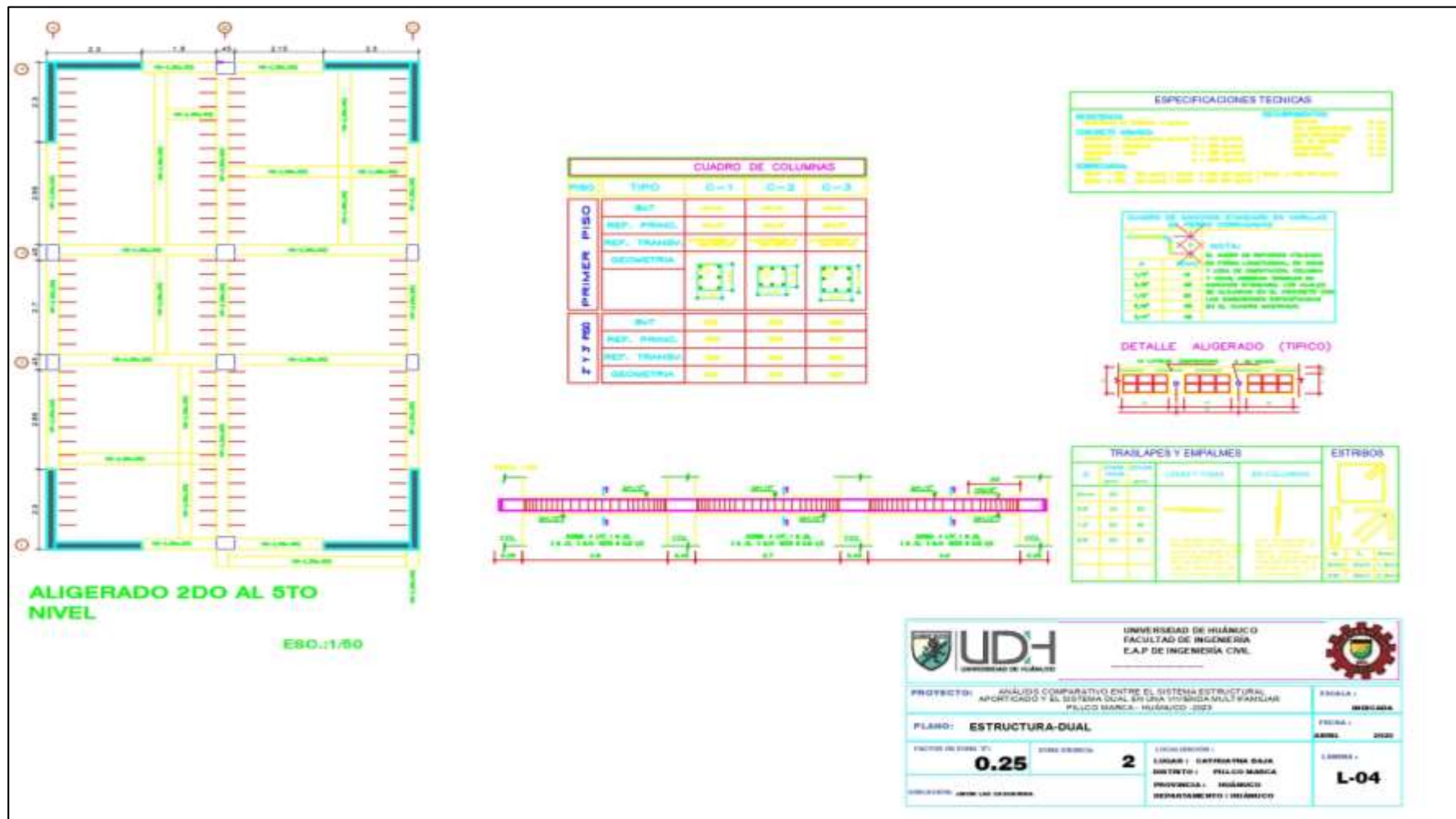


Figura 66
Plano de estructura de sistema dual



ANEXO 5
REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES



ANEXO 6

NORMA TÉCNICA E.020



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio
de Vivienda
y Urbanismo

Dirección General
de Políticas y Regulación
en Vivienda y Urbanismo

Dirección de
Vivienda

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 300 años de Independencia"

PROYECTO

NORMA TÉCNICA A.020 VIVIENDA DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

ANEXO 7
NORMA TÉCNICA E.030



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMA E.030
DISEÑO
SISMORRESISTENTE

LIMA - PERÚ
2020

PUBLICACIÓN OFICIAL

**ANEXO 8
NORMA TÉCNICA E.050**

El Peruano
Firmado Digitalmente por
EDITORIA PERU
Fecha: 03/12/2018 04:29:25

DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO


El Peruano
FUNDADO EL 20 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

MIR: DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACION NACIONAL Lunes 3 de diciembre de 2018

 **PERÚ** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 400-2018-VIVIENDA**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL QUE
MODIFICA LA NORMA TÉCNICA
EM.020 INSTALACIONES DE
TELECOMUNICACIONES DEL
REGLAMENTO NACIONAL DE
EDIFICACIONES**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 406-2018-VIVIENDA**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL QUE MODIFICA
LA NORMA TÉCNICA E.050 SUELOS Y
CIMENTACIONES DEL REGLAMENTO
NACIONAL DE EDIFICACIONES**

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL

ANEXO 9
NORMA TÉCNICA E.060



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMA E.060
CONCRETO
ARMADO

LIMA - PERÚ
2020

PUBLICACIÓN OFICIAL

w w w . g o b . p e / s e n c i c o

ANEXO 10 RESOLUCIÓN DEL ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 147-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 07 de febrero de 2023

Visto, el Oficio N° 117-2023-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 389513-0000000624, del Bach. **Omar Jhon PALACIOS MARTEL**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 389513-0000000624, presentado por el (la) Bach. **Omar Jhon PALACIOS MARTEL**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Omar Jhon PALACIOS MARTEL**, al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
[Signature]
Ing. Ethel Jhonani Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Intermedio - Archivo.
BLCR/EJML/ata.