

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 6 PISOS UBICADO
EN EL DISTRITO DE AMARILIS-HUÁNUCO, APLICANDO LA NORMA E030
DEL AÑO 2003 Y LA MODIFICATORIA PROPUESTA EN EL AÑO 2018”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INGENIERÍA SÍSMICA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTA:

Bach. OLORTIN VALENTIN LUIS DAVID

ASESORA:

Mg. Ing. QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL

HUÁNUCO-PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mi padre, Bernardino Olortin, por su amor incondicional; a mis hermanos, Angela, Esper, Tati y Alex por sus consejos, apoyo y motivación para cumplir mis metas. A mi madre, Alejandrina Valentin, mi principal fuente de motivación.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, a Dios por su bendición, amor y fortaleza que me acompaña siempre, a mi familia por todo el apoyo brindado a lo largo de este desafiante proceso, su amor y aliento fueron mi mayor fuerza para afrontar los momentos difíciles de esta etapa.

Agradezco también a mis profesores y asesora por sus conocimientos y orientación experta lo cual fue fundamental para enriquecer este trabajo.

RESUMEN

La investigación de esta tesis consiste en aplicar, tanto la norma, E.030 del 2003, como la norma E.030 del año 2018 para el diseño sismorresistente con el fin de evaluar y comparar los resultados de una estructura de seis niveles en Huánuco con un sistema aporticado empleando una metodología de tipo cuantitativa, nivel descriptivo y un diseño no experimental. Para el análisis empezamos definiendo las diferencias entre los parámetros de ambas normas tales como: factor de zona, factor de uso, factor de suelo, coeficiente de amplificación sísmica para posterior a ello definir en un modelo tridimensional en el programa ETABS 2016 como parte de la técnica empleada. El análisis sísmico del edificio multifamiliar aporticado presenta variaciones en las respuestas sísmicas, incumpliendo con los límites establecidos por la norma en el caso de derivas máximas y cortante basal dinámica, las derivas máximas superan el límite de 0.007 para un sistema estructural aporticado, obteniendo valores de 0.0155 para la dirección X y de 0.0107 para la dirección Y. Para el caso de la cortante dinámica se realizó un escalamiento con un factor de 1.076 en la dirección X, y de 1.076 para la dirección Y puesto que la cortante dinámica no debe ser menor que el 80% del cortante estático tal como lo establece la norma E.030. Por otro lado, el periodo de vibración obtenido de la estructura aporticada es de 0.949seg en dirección X, y de 0.824 en la dirección Y resultados que corresponden a un análisis modal calculados a partir de las frecuencias naturales de los modos de vibración.

Palabras clave: Parámetros sísmicos, análisis sísmico, sistema aporticado, derivas, cortante basal.

ABSTRACT

The research of this thesis consists of applying both the standard E.030 of 2003 and the standard E.030 of 2018 for seismic-resistant design in order to evaluate and compare the results of a six-story structure in Huánuco with an aperticado system using a quantitative methodology, descriptive level and a non-experimental design. For the analysis we started by defining the differences between the parameters of both standards such as: zone factor, use factor, soil factor, seismic amplification coefficient to later define a three-dimensional model in the ETABS 2016 program as part of the technique used. The seismic analysis of the multifamily building presents variations in the seismic responses, not complying with the limits established by the standard in the case of maximum drifts and dynamic basal shear, the maximum drifts exceed the limit of 0.007 for a structural system, obtaining values of 0.0155 for the X direction and 0.0107 for the Y direction. For the dynamic shear, a scaling factor of 1.076 in the X direction and 1.076 in the Y direction was used, since the dynamic shear should not be less than 80% of the static shear, as established by the E.030 standard. On the other hand, the vibration period obtained for the portal frame structure is 0.949sec in the X direction, and 0.824 in the Y direction, results that correspond to a mode analysis.

Keywords: Seismic parameters, seismic analysis, porticoed system, drifts, basal shear.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I	17
1 ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación.....	17
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos.....	18
1.2.1 Problema General.....	18
1.2.2 Problemas Específicos	18
1.3 Formulación del objetivo general y específicos	18
1.3.1 Objetivo General.....	18
1.3.2 Objetivos Específicos.....	18
1.4 Justificación.....	19
1.4.1 Justificación práctica.....	19
1.4.2 Justificación teórica	19
1.4.3 Justificación metodológica.....	20
1.5 Limitaciones	20
1.6 Formulación de hipótesis general y específica.....	20
1.6.1 Hipótesis General.....	20
1.6.2 Hipótesis Específicas	21
1.7 Variables.....	22
1.7.1 Variable dependiente	22
1.7.2 Variable independiente	22
1.8 Definición teórica y operacionalización de variables	22

CAPÍTULO II.....	23
2 MARCO TEÓRICO	23
2.1 Antecedentes	23
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2 Antecedentes nacionales	23
2.1.3 Antecedentes locales	25
2.2 Bases teóricas	25
2.2.1 Directrices de diseño y especificaciones estructurales	25
2.2.2 Cargas estructurales	26
2.2.3 Criterios de estructuración	28
2.2.4 Parámetros de la norma E.030 del año 2003 y su modificatoria del año 2018..	33
2.2.5 Predimensionamiento.....	54
2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos	54
CAPÍTULO III.....	56
3 METODOLOGÍA.....	56
3.1 Ámbito, Población y selección de la muestra	56
3.1.1 Ámbito	56
3.1.2 Población.....	56
3.1.3 Muestra	60
3.2 Nivel, tipo y diseño de investigación	60
3.2.1 Enfoque	60
3.2.2 Alcance o nivel	61
3.2.3 Diseño	61
3.3 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	61
3.3.1 Técnicas de recolección de datos	61
3.3.2 Instrumentos de recolección de datos	62
3.3.3 Procedimientos de recolección de datos	62

3.4	Procedimiento.....	63
3.5	Consideraciones éticas	63
CAPÍTULO IV.....		64
4	RESULTADOS	64
4.1	Procesamiento de datos	64
4.1.1	Descripción del proyecto	64
4.2	Identificación.....	66
4.2.1	Diseño Arquitectónico	66
4.3	Predimensionamiento	72
4.3.1	Predimensionamiento de elementos estructurales	72
4.3.2	Resumen de Predimensionamiento de elementos estructurales.....	76
4.4	Metrado de cargas	77
4.5	Modelamiento y análisis estructural.....	78
4.5.1	Configuración de grillas y definición de elementos estructurales	78
4.5.2	Creación de materiales	80
4.5.3	Diseño de secciones lineales	82
4.5.4	Diseño de secciones de área.....	84
4.5.5	Modelado de la estructura.....	86
4.5.6	Asignación de apoyos	87
4.5.7	Asignación de cargas actuantes	87
4.5.8	Peso de la estructura.....	88
4.5.9	Espectro de respuesta sísmica.....	88
4.5.10	Asignación de peso sísmico, brazos rígidos y patrones de carga	89
4.5.11	Factores para el análisis	92
4.6	Análisis sísmico según la norma E.030(2003)	93
4.6.1	Análisis estático	93
4.6.2	Análisis dinámico.....	94

4.7	Análisis sísmico según la norma E.030(2018)	97
4.7.1	Análisis estático	97
4.7.2	Análisis dinámico.....	98
4.7.3	Desplazamientos, Derivas y Fuerzas Cortantes	100
CAPÍTULO V.....		112
5	DISCUSIÓN.....	112
5.1	Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación	112
5.1.1	Análisis Sísmico Estático.....	115
5.1.2	Análisis Sísmico Dinámico.....	121
CONCLUSIONES		127
RECOMENDACIONES.....		129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		130
ANEXOS		136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de variables-dimensiones e indicadores	22
Tabla 2 Cargas vivas mínimas repartidas según uso	26
Tabla 3 Pesos unitarios de los materiales	27
Tabla 4 Factores de Zona 2003	35
Tabla 5 Factores de zona 2018	36
Tabla 6 Clasificación de perfil de suelo	37
Tabla 7 Parámetros de sitio	37
Tabla 8 Parámetros de sitio (S, Tp, TI)	38
Tabla 9 Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)2003.....	40
Tabla 10 Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)2018.....	41
Tabla 11 Categoría y estructura de las edificaciones 2003	42
Tabla 12 Categoría y estructura de las edificaciones 2018	43
Tabla 13 Sistemas Estructurales 2003.....	44
Tabla 14 Sistemas Estructurales 2018.....	45
Tabla 15 Irregularidades en altura 2003.....	46
Tabla 16 Irregularidades en planta 2003	46
Tabla 17 Irregularidades en planta 2018	47
Tabla 18 Irregularidades en altura 2018.....	48
Tabla 19 Límites para el desplazamiento lateral de entrepiso2003	53
Tabla 20 Límites de distorsión de entrepiso 2018.....	53
Tabla 21 Viviendas particulares, según tipo de vivienda, 2007 y 2017.....	57
Tabla 22 Sismos con incidencia en el departamento de Huánuco	59
Tabla 23 Numero de sismos cerca de la ciudad de Huánuco, Huánuco, Perú, por magnitud hasta el 24 de marzo del 2024.....	59
Tabla 24 Valores de "P y n" para el diseño de columnas.....	75
Tabla 25 Dimensiones de elementos estructurales.....	76
Tabla 26 Resumen de cargas estructurales.....	77
Tabla 27 Peso de la estructura.....	88
Tabla 28 Factores para el análisis según la norma E.030(2003).....	92
Tabla 29 Factores para el análisis según la norma E.030(2018).....	92
Tabla 30 Cortante basal en la dirección X y Y	93
Tabla 31 Distribución de fuerzas sísmicas en altura en dirección X y Y.....	93

Tabla 32 Modos de vibración.....	94
Tabla 33 Cortante basal dinámico en la dirección X y Y.....	95
Tabla 34 Cálculo de derivas estáticas	96
Tabla 35 Cálculo de derivas dinámicas.....	96
Tabla 36 Cortante basal en la dirección X y Y	97
Tabla 37 Distribución de fuerzas sísmicas en altura en dirección X y Y.....	97
Tabla 38 Modos de vibración.....	98
Tabla 39 Cortante basal dinámico en la dirección X y Y.....	98
Tabla 40 Cálculo de derivas estáticas	99
Tabla 41 Cálculo de derivas dinámicas.....	100
Tabla 42 Desplazamientos laterales de sismo estático en dirección X-X 2003	100
Tabla 43 Derivas por sismo estático en dirección X-X 2003.....	101
Tabla 44 Desplazamientos laterales de sismo estático en dirección Y-Y 2003	101
Tabla 45 Derivas por sismo estático en dirección Y-Y 2003.....	102
Tabla 46 Desplazamientos laterales de sismo estático en dirección X-X 2018.....	102
Tabla 47 Derivas por sismo estático en dirección X-X 2018.....	103
Tabla 48 Desplazamientos laterales de sismo estático en dirección Y-Y 2018.....	103
Tabla 49 Derivas por sismo estático en dirección Y-Y 2018.....	104
Tabla 50 Cortante basal del análisis estático.....	104
Tabla 51 Variación de la fuerza cortante en altura aplicando la norma E.030(2003).....	105
Tabla 52 Variación de la fuerza cortante en altura aplicando la norma E.030(2018).....	105
Tabla 53 Desplazamientos laterales de sismo dinámico en dirección X-X 2003	106
Tabla 54 Derivas por sismo dinámico en dirección X-X 2003	106
Tabla 55 Desplazamientos laterales de sismo dinámico en dirección Y-Y 2003	107
Tabla 56 Derivas por sismo estático en dirección Y-Y 2003.....	107
Tabla 57 Desplazamientos laterales de sismo dinámico en dirección X-X 2018	108
Tabla 58 Derivas por sismo dinámico en dirección X-X 2018.....	108
Tabla 59 Desplazamientos laterales de sismo dinámico en dirección Y-Y 2018	109
Tabla 60 Derivas por sismo dinámico en dirección Y-Y 2018.....	109
Tabla 61 Cortante basal del análisis dinámico	110
Tabla 62 Variación de la fuerza cortante en altura aplicando la norma E.030(2003).....	111
Tabla 63 Variación de la fuerza cortante en altura aplicando la norma E.030(2018).....	111
Tabla 64 Cortante dinámica con escalamiento en dirección X-X E.030(2003).....	113
Tabla 65 Cortante dinámica con escalamiento en dirección X-X E.030(2018).....	113

Tabla 66 Desplazamientos en X-X por sismo estático según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018	115
Tabla 67 Desplazamientos en Y-Y por sismo estático según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018	116
Tabla 68 Derivas máximas por sismo estático en X-X según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018	117
Tabla 69 Derivas máximas en Y-Y por sismo estático según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018	118
Tabla 70 Fuerzas cortantes estáticas por niveles en dirección X-X	119
Tabla 71 Fuerzas cortantes estáticas por niveles en dirección Y-Y	120
Tabla 72 Desplazamientos en X-X por sismo dinámico según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018	121
Tabla 73 Desplazamientos en Y-Y por sismo dinámico según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018	122
Tabla 74 Derivas máximas por sismo dinámico en X-X según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018	123
Tabla 75 Derivas máximas en Y-Y por sismo dinámico según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018	124
Tabla 76 Fuerzas cortantes dinámicas por niveles en dirección X-X	125
Tabla 77 Fuerzas cortantes dinámicas por niveles en dirección Y-Y	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Zonificación sísmica 2003.....	34
Figura 2 Mapa de Zonificación Sísmica 2018	35
Figura 3 Mapa de zonificación sísmica a nivel de la región de Huánuco	6458
Figura 4 Número de sismos por año en Huánuco	6460
Figura 5 Ubicación del proyecto.....	64
Figura 6 Diseño arquitectónico de fachada.....	6666
Figura 7 Diseño arquitectónico 1 ^{er} Nivel.....	6767
Figura 8 Diseño arquitectónico 2 ^{do} Nivel	6868
Figura 9 Diseño arquitectónico 3 ^{er} Nivel.....	699
Figura 10 Diseño arquitectónico 4 ^{to} , 5 ^{to} y 6 ^{to} Nivel	70
Figura 11 Diseño arquitectónico de la azotea.....	71
Figura 12 Grillas y espaciamientos para el modelado	78
Figura 13 Vista en planta de los ejes estructurales	79
Figura 14 Vista 3D de las grillas, ejes estructurales	79
Figura 15 Resumen de materiales empleados para el análisis	80
Figura 16 Propiedades del concreto	80
Figura 17 Propiedades del acero	81
Figura 18 Secciones del acero	81
Figura 19 Resumen de las secciones lineales de la estructura	82
Figura 20 Propiedades de la columna de 25x50cm	82
Figura 21 Propiedades del refuerzo para la columna de 25x50cm	83
Figura 22 Propiedades de la viga principal de 25x40cm	83
Figura 23 Propiedades de la viga principal de 30x40cm	84
Figura 24 Resumen de secciones de área de la estructura	84
Figura 25 Propiedades de la losa de escalera de 20cm	85
Figura 26 Propiedades de la losa aligerada de 20cm	85
Figura 27 Vista 3D extruida del modelamiento de la estructura	86
Figura 28 Restricciones en la base de la estructura	87
Figura 29 Cargas actuantes	87
Figura 30 Espectro de respuesta sísmica en XX y YY según la norma E.030(2003)	88
Figura 31 Espectro de respuesta sísmica en XX y YY según la norma E.030(2018)	89
Figura 32 Asignación de peso sísmico	89

Figura 33 Brazos rígidos definidos en ETABS	90
Figura 34 Sismo en XX y YY.....	90
Figura 35 Casos de respuesta dinámica	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Desplazamientos estáticos por piso en dirección X-X.....	115
Gráfico 2	Desplazamientos estáticos por piso en dirección Y-Y.....	116
Gráfico 3	Derivas estáticas de entrepiso en dirección X-X	117
Gráfico 4	Derivas estáticas de entrepiso en dirección Y-Y	118
Gráfico 5	Variación de fuerzas cortantes estáticas por niveles en dirección X-X.....	119
Gráfico 6	Variación de fuerzas cortantes estáticas por niveles en dirección Y-Y.....	120
Gráfico 7	Desplazamientos dinámicos por piso en dirección X-X.....	121
Gráfico 8	Desplazamientos dinámicos por piso en dirección Y-Y	122
Gráfico 9	Derivas dinámicas de entrepiso en dirección X-X.....	123
Gráfico 10	Derivas dinámicas de entrepiso en dirección Y-Y.....	124
Gráfico 11	Variación de fuerzas cortantes dinámicas por niveles en dirección X-X	125
Gráfico 12	Variación de fuerzas cortantes dinámicas por niveles en dirección Y-Y	126

INTRODUCCIÓN

En el Perú, a lo largo de la historia, la norma de diseño sismorresistente "E.030-Diseño sismorresistente" ha estado expuesta a diversas modificaciones en función al progreso del conocimiento en ingeniería sismorresistente, desde su implementación en 1970 la norma estuvo compuesta por diversos parámetros con distintos criterios y coeficientes cuyo único fin era fortalecer los resultados del análisis estructural, proporcionando mayor seguridad y evitando el colapso de las edificaciones.

Dada la ubicación sísmica del país todas las edificaciones deben ser bien estructuradas y construidas considerando los criterios de resistencia sísmica, priorizando la seguridad y respetando los límites económicos. Con todas esas consideraciones, este trabajo se enfoca en realizar un análisis sísmico de un edificio multifamiliar de 6 niveles ubicado en la ciudad de Huánuco, aplicando la norma E.030 del año 2003 y la modificatoria propuesta en el año 2018 comparando las respuestas de las acciones sísmicas más significativas en un mismo sistema estructural.

La tesis comprende de cinco capítulos describiendo en el capítulo I los aspectos básicos del problema de investigación; en el capítulo II lo correspondiente al marco teórico; en el capítulo III la metodología empleada para el desarrollo de la tesis; en el capítulo IV los resultados obtenidos, por último, en el capítulo V la discusión de resultados continuando con las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación

Nos encontramos entre las numerosas naciones que está bajo alerta mundial por el hecho de que experimentamos variaciones sismológicas como consecuencia de las oscilaciones provocadas por el contacto de las placas tectónicas; a lo largo de los años las periódicas actividades sísmicas nos han hecho comprender que debemos mejorar nuestra preparación en el ámbito de la construcción. Según el IGP, en el año 2007, en Pisco-Perú murieron cerca de 600 personas con más de 430 000 viviendas afectadas con daños irreparables en edificaciones esenciales tales como puestos de salud, colegios siendo uno de los desastres más devastadores ocurridos en el Perú hasta la fecha.

En la ciudad de Huánuco, en el distrito de Amarilis en los últimos años viene creciendo verticalmente con construcciones hasta de 10 pisos, es por ello que los ingenieros estructurales deben diseñar las edificaciones dando mayor importancia a las acciones sísmicas.

Cada normativa sísmica, en el momento de su aplicación, define criterios, factores y coeficientes que resultan en respuestas y acciones sísmicas específicas para una estructura dada. Un ejemplo de esto es el proyecto de norma E.030 del año 2018, que, en comparación con la norma E.030 del año 2003, muestra modificaciones en los factores, parámetros y coeficientes que influyen de manera significativa en el cálculo de las magnitudes de las acciones y respuestas sísmicas de una estructura determinada.

El siguiente trabajo de investigación consiste en realizar un análisis sísmico estableciendo cuantitativamente las variaciones de las respuestas ante las acciones sísmicas de la estructura multifamiliar de concreto armado de 6 niveles ante la aplicación de las normas planteadas.

1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1 Problema General

¿Cuál es la diferencia de los resultados en el análisis sísmico de un edificio multifamiliar de 6 pisos ubicado en el distrito de Amarilis - Huánuco, aplicando la norma E.030 del año 2003 y la modificatoria propuesta en el año 2018?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿De qué manera influirá el periodo de vibración del sistema estructural propuesto, para el Análisis Sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018?
- ¿Qué resultados obtendremos de la fuerza cortante basal en el análisis sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en el distrito de Amarilis - Huánuco aplicando la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018?
- ¿El sistema estructural propuesto cumplirá con las derivas establecidas por la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018?

1.3 Formulación del objetivo general y específicos

1.3.1 Objetivo General

Comparar el análisis sísmico de un edificio multifamiliar de 6 pisos ubicado en el distrito de Amarilis - Huánuco, aplicando la norma E.030 del año 2003 y la modificatoria propuesta en el año 2018.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el periodo de vibración del sistema estructural propuesto, para el Análisis Sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018.

- Obtener la fuerza cortante en la base en el análisis sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018.
- Identificar si el sistema estructural propuesto cumplirá con las derivas establecidas por la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación práctica

El distrito de Amarilis, ubicado dentro de la ciudad de Huánuco, región central de nuestro país que se encuentra en una zona de actividad sísmica intermedia (ZONA 2, según la Norma E.030), existe en la actualidad un gran incremento de edificaciones superiores a los 5 pisos, están construidas mediante distintos sistemas constructivos, todas estas construcciones no siempre se rigen bajo la normativa y especificaciones técnicas necesarias para la seguridad de la edificación ante posibles cargas sísmicas. Asimismo, existe la necesidad de conocer los desplazamientos, fuerzas y momentos actuantes sobre la edificación para asegurarnos de que estas estén dentro de un rango aceptable y de esa manera determinar la seguridad de la edificación. Es importante, necesario y urgente; el diagnóstico de la estructura para garantizar la seguridad de esta edificación, de esta manera se puede generar una iniciativa influyente en el desarrollo de la sociedad optando más por una vivienda segura.

1.4.2 Justificación teórica

En la presente investigación se empleará leyes y normas de edificación, teniendo como base la norma técnica E.030 “diseño sismorresistente”, siendo complementada con norma E.020 “cargas”, y la E.060 “concreto armado” para dar énfasis a las condiciones de diseño de elementos estructurales.

1.4.3 Justificación metodológica

El desarrollo del análisis sísmico realizado por las normas E.030 del año 2003 y 2018 brindará dos resultados por lo que realizaremos comparaciones y determinaremos si la modificación realizada a la norma es favorable para el análisis sísmico, o en otro caso, si ambos análisis brindan diseños que puedan soportar las cargas aplicadas y funcionar de manera adecuada ante la aplicación de cargas sísmicas y de gravedad.

1.5 Limitaciones

Este proyecto de investigación presenta las siguientes limitaciones:

- El límite que presenta la siguiente investigación es que en la ciudad de Huánuco no contamos con equipos para realizar ensayos de carga lateral cíclica, por ello no podremos determinar el comportamiento real de la estructura.
- El tiempo para desarrollar pruebas sísmicas a escala de la edificación planteada y recolección de datos estadísticos de edificaciones similares en la región de estudio.
- El aspecto económico puede retrasar el desarrollo normal del presente trabajo de investigación.

1.6 Formulación de hipótesis general y específica

1.6.1 Hipótesis General

- Ha: El Análisis Sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 vigente y la del año 2003, en un mismo sistema estructural propuesto presentará variación en las respuestas y acciones sísmicas determinadas en cada caso y cumplirá los requerimientos establecidos por cada una de ellas.

- H_0 : El Análisis Sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 vigente y la del año 2003, en un mismo sistema estructural propuesto no presentará variación en las respuestas y acciones sísmicas determinadas en cada caso y cumplirá los requerimientos establecidos por cada una de ellas.

1.6.2 Hipótesis Específicas

- H_{a1} : El periodo de vibración del sistema estructural propuesto está dentro de los parámetros requeridos en el Análisis Sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 vigente y la del año 2003.
- H_{o1} : El periodo de vibración del sistema estructural propuesto no está dentro de los parámetros requeridos en el Análisis Sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 vigente y la del año 2003.
- H_{a2} : La fuerza cortante en la base cumple los requerimientos establecidos en la Norma E.030 vigente y la del año 2003 en el análisis sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando.
- H_{o2} : La fuerza cortante en la base no cumple los requerimientos establecidos en la Norma E.030 vigente y la del año 2003 en el análisis sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando.
- H_{a3} : El sistema estructural propuesto cumple los requerimientos de las derivadas máximas establecidos por la Norma E.030 vigente y la del año 2003.
- H_{o3} : El sistema estructural propuesto no cumple los requerimientos de las derivadas máximas establecidos por la Norma E.030 vigente y la del año 2003.

1.7 Variables

1.7.1 Variable dependiente

- Análisis Sísmico

1.7.2 Variable independiente

- Norma E.030-2003 Diseño Sismorresistente
- Norma E.030-2018 Diseño Sismorresistente

1.8 Definición teórica y operacionalización de variables

Tabla 1

Sistema de variables-dimensiones e indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE
V. dependiente Análisis Sísmico	Análisis Estático	Periodo de Vibración de la Estructura (seg)	Cuantitativa
		Fuerza cortante basal (tn)	
	Análisis Dinámico	Modos de Vibración Derivas de entrepiso (mm)	
V. independiente Norma E.030-2003 Diseño Sismorresistente	Parámetro de Zona	$Z_{(1,2,3,4)}$	Cuantitativa
	Factor de Uso	U	
	Parámetro de Sitio	$S_{(1,2,3,4)}$	
V. independiente Norma E.030-2018 Diseño Sismorresistente	Factor de Reducción Sísmica	R	Cuantitativa
	Coficiente de Amplificación Sísmica	C	

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Jurado (2016) en su trabajo de investigación: “*Comparación entre la norma ecuatoriana de la construcción 2011 y la norma ecuatoriana de la construcción 2015 aplicadas al análisis estructural de edificio “Manuela Sáenz” mediante el uso del programa CYPECAD*”; Esta investigación realiza una comparación detallada entre los diseños sísmicos especificados en cada normativa, se realiza un cálculo estructural generando distintos resultados de los parámetros definidos en la norma ecuatoriana, un complemento realizado en el trabajo de investigación es el costo de construcción respectivo para cada cálculo. Con los resultados obtenidos se creó tablas comparativas permitiendo identificar las variaciones porcentuales al aplicar una normativa actualizada en comparación en la anterior.

Málaga (2015) en su investigación: “*Estudio comparativo de distintas normas internacionales respecto a la aplicación de los espectros sísmicos de respuesta*”; recopiló información de 4 normas sísmicas para aplicarla a una estructura y posteriormente compararlas, este trabajo de investigación emplea las normas peruana, argelina, costarricense y española en donde destaca que algunos países carecen de normativas sísmicas específicas a puentes por lo que adopta algunos parámetros de forma conservadora para casos donde no estén establecidas normas para la estructura modelizada.

2.1.2 *Antecedentes nacionales*

Tacuche (2019) en su trabajo de investigación: “*Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado (dual) aplicando las normas E.030 2006 y la E.030 2018 diseño sismorresistente, 2019*” evalúa y realiza un análisis comparativo en una edificación de 7 niveles con el objetivo de determinar si alguna de estas normativas genera un

diseño estructural más óptimo, esta investigación demuestra que ambas normativas presentan variaciones en algunos parámetros sísmicos, por ende, variaciones en los resultados.

Arévalo (2014) en su investigación: *“Análisis sísmico de un edificio multifamiliar ubicado en la ciudad de Tarapoto aplicando la norma E.030 vigente y la modificatoria propuesta, 2014”* utilizó un modelo dinámico tridimensional en el software ETABS 2016. Realizo un análisis sísmico en los ejes “X-X” E “Y-Y” a un edificio con configuración estructural de tipo dual de concreto armado, con muros de corte, columnas, vigas y losa aligerada.

Malpartida (2023) en su tesis: *“Comparación del código sísmico sismorresistente peruano con los países de Chile, Colombia y Ecuador”* comparó las respuestas sísmicas de un modelo estructural de 10 niveles diseñado con las normas mencionadas en el título de la tesis, es de tipo no experimental, donde se realizó el modelado utilizando los espectros de respuesta de los países mencionados con el objetivo de analizar las demandas sísmicas establecidas por cada código, incluyendo desplazamientos, derivas y cortantes en la base.

Pérez (2022), en su investigación titulado: *“Evaluación Estructural para Determinar el Comportamiento Sísmico del Pabellón “1” de La Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, Tacna 2022”*; presentada a la Universidad Privada de Tacna; esta tesis tuvo como objetivo principal evaluar estructuralmente el pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40. La realización de la presente investigación es de interés colectivo, ya que se contribuye con una investigación relevante referente al comportamiento sísmico de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, y así poder evitar pérdidas humanas. De esta investigación se obtiene las siguientes conclusiones: Se efectuó el análisis sísmico del pabellón “1” de la Institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, mediante los resultados obtenidos del software Etabs V18,1,1 en el cual se realizó el modelamiento de la estructura, donde se concluyó que los resultados diseño y análisis no cumplen los

parámetros establecidos en la norma de diseño sismorresistente E030 y tampoco cumplen con las condiciones de servicio que indica la norma E060.

2.1.3 Antecedentes locales

Rizabal (2018) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil titulado “Análisis sismorresistente comparativo entre las normas E.030 – 2016 y su predecesora aplicado en el proyecto de hospital Hermilio Valdizan en Huánuco” realiza el análisis estructural de los edificios más representativos del proyecto del hospital Hermilio Valdizan, este análisis implicó el desarrollo de modelos tridimensionales con diafragmas en cada piso, presentando graficas comparativas entre los análisis realizados. Los resultados muestran que en el edificio denominado “Sector B” presenta irregularidad torsional extrema debido a la concentración de rigideces, el edificio “Sector A” no presenta incidencia en el análisis sismorresistente por tener un espectro de diseño con valores inferiores a la norma.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Directrices de diseño y especificaciones estructurales

Las directrices de diseño y especificaciones estructurales en el análisis sísmico son principios y requisitos técnicos que guían el proceso de diseño de estructuras para resistir y responder adecuadamente a las fuerzas generadas por eventos sísmicos. Estas son fundamentales para garantizar la seguridad y la estabilidad de las edificaciones propensas a terremotos.

En el contexto de construcción e ingeniería en Perú la planificación de estructuras implica una serie de pasos y consideraciones clave basándonos en normativas y códigos que se centran en garantizar la estabilidad, seguridad y funcionalidad de las estructuras en el tiempo.

Las directrices empleadas en el presente trabajo de investigación serán tomadas de la normativa peruana, estas son:

- Norma Técnica de Edificación para Cargas (E.020)
- Norma Técnica de Edificación para Diseño Sismorresistente (E.030)
- Norma Técnica de Edificación para Concreto Armado (E.060)

2.2.2 Cargas estructurales

- **Carga viva mínima repartida:** Estos valores pueden variar de acuerdo al tipo de estructura, el uso de la edificación y la ubicación geográfica.

Tabla 2

Cargas vivas mínimas repartidas según uso

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (Kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500)
Bibliotecas	
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de Almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350)
Corredores y escaleras	3,0 (300)
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios, y áreas de servicio	3,0 (300)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Tiendas	
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Fuente: Norma RNE – E.020(2018).

- **Cargas Vivas del Techo:** De acuerdo a (Norma E.020 – 2018) la expresión “carga viva de techo” se refiere a las fuerzas ejercidas sobre estos techos debido a factores

externos que no sean el peso intrínseco de los elementos. En esta investigación, se examinarán techos con inclinaciones de hasta 3° con respecto a su horizontal, y se establece una carga viva mínima de 1,0 kPa (100 kgf/m²).

- **Cargas Muertas:** Según la (Norma E.020 – 2018) se define a la carga muerta como cargas permanentes aplicadas sobre una estructura, tales como acabados, tabiquería, entre otros. El diseño de nuestra estructura se considerará los pesos propios de los elementos tales como se indica en la Tabla 3:

Tabla 3

Pesos unitarios de los materiales

PESOS UNITARIOS	
Materiales	PESO KN/m ² (kg/m ²)
Losa Aligerada (h=20cm)	300 kg/m ²
Losa Aligerada (h=25cm)	350 kg/m ²
Losa Aligerada (h=30cm)	400 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	1000 kg/m ²

Fuente: Norma RNE – E.020(2018).

- **Tabiquería móvil:** Según la (Norma E.020 – 2018) la carga generada por los pisos de los tabiques móviles será considerada como una carga viva uniformemente distribuida por metro cuadrado, estableciendo un mínimo de 0.50 kPa (50Kgf/m²) para divisiones livianas móviles de altura media y de 1.0 kPa (100Kgf/m²) para divisiones móviles de altura completa.

2.2.3 Criterios de estructuración

La fase de estructuración implica determinar la disposición y características específicas de los diversos elementos estructurales, como losas, vigas, muros y columnas. El objetivo es brindar a la estructura una rigidez adecuada y al mismo tiempo, asegurar que el comportamiento de la estructura sea sencilla y confiable.

Estructuración para Cargas de Gravedad

Este proceso se refiere al diseño y distribución de cada elemento estructural de la vivienda multifamiliar con el fin de resistir las cargas verticales debido a su propio peso y las cargas de uso también definidas como cargas de gravedad.

En el desarrollo de este trabajo de investigación las vigas están ubicadas en su mayoría en zonas donde hay presencia de tabiquería que divide ambientes evitando realizar modificaciones en la arquitectura inicial planteada.

Estructuración para Cargas de Sismo

El edificio multifamiliar presenta un sistema estructural aporricado donde como mínimo el 80% de la fuerza sísmica (fuerza cortante) actuante en la base es transmitida sobre las columnas de los pórticos.

Simplicidad y Simetría

La experiencia ha demostrado en reiteradas ocasiones que las estructuras exhiben un desempeño superior durante la acción de eventos sísmicos. Este fenómeno puede atribuirse a dos razones principales. En primer lugar, existe una capacidad notablemente mayor para prever el comportamiento sísmico de estructuras simples en comparación con las complejas. En segundo lugar, la capacidad para simplificar los elementos estructurales es más efectiva en estructuras simples que en aquellas de mayor complejidad.

La simetría bidireccional de una estructura es altamente deseable por las mismas razones mencionadas anteriormente. La ausencia de simetría puede ocasionar efectos torsionales difíciles de evaluar y potencialmente destructivos.

Resistencia y Ductilidad

Es fundamental que las estructuras posean una resistencia sísmica adecuada en al menos dos direcciones que sean ortogonales o aproximadamente ortogonales. Esto asegura la estabilidad tanto de la estructura, como de cada uno de sus elementos.

Las cargas deben transferirse desde su punto de aplicación hasta su punto final de resistencia.

La principal característica de la sollicitación sísmica radica en su eventualidad; por lo tanto, las fuerzas sísmicas se establecen en valores intermedios de la sollicitación, lo que resulta en una resistencia de la estructura que es inferior a la máxima requerida. Es esencial complementar esta deficiencia otorgándole a la estructura una adecuada ductilidad.

Esto requiere preparar a la estructura para ingresar en una etapa plástica, sin que se llegue a la falla.

Otro aspecto relevante que debe considerarse en el diseño de estructuras con sistema de pórticos es la ubicación de las articulaciones plásticas. Es de procurar que estas se generen en los elementos que tienen menos influencia en la estabilidad global de la estructura. Por lo tanto, es preferible que las articulaciones plásticas se formen en las vigas en lugar de en las columnas.

Los criterios de ductilidad deben aplicarse también al dimensionamiento por corte, dado que en el concreto armado, la falla por corte tiende a ser de naturaleza frágil. Para alcanzar este propósito, se debe verificar, en el caso de una viga, que la suma de los momentos flectores extremos divididos por la luz sea menor que la

capacidad resistente al corte de la viga. Además, para cualquier elemento en general, la resistencia proporcionada por corte debe ser mayor que la resistencia proporcionada por flexión.

Uniformidad y Continuidad de la Estructura

La estructura debe mantener continuidad tanto en planta como en elevación, utilizando elementos que no alteren abruptamente su rigidez, con el fin de prevenir la concentración de esfuerzos.

Rigidez Lateral

Para que la estructura pueda soportar fuerzas horizontales sin experimentar deformaciones significativas es necesario proporcionarle elementos estructurales que contribuyan con rigidez lateral en sus direcciones principales.

Las estructuras flexibles presentan la ventaja de ser más sencillas de analizar y de lograr la ductilidad deseada. Sin embargo, tienen ciertas desventajas: el pórtico flexible puede enfrentar dificultades durante la construcción debido a la posible congestión de acero en los nodos; los elementos no estructurales pueden interferir con el análisis, ya que separarlos completamente de la estructura puede ser complicado, lo que podría introducir una distribución diferente de esfuerzos; y las deformaciones suelen ser significativas y a menudo excesivas.

Las estructuras rígidas ofrecen la ventaja de no enfrentar problemas significativos durante la construcción y no requerir el aislamiento y la detallada atención de los elementos ni estructurales. Sin embargo, tienen la desventaja de no alcanzar niveles elevados de ductilidad y de ser más complicadas de analizar.

En la actualidad, es común incorporar muros de corte en edificios con estructura de pórticos para lograr una combinación de elementos rígidos y flexibles. Esto tiene como objetivo limitar la flexibilidad del pórtico mediante el muro,

reduciendo las deformaciones, mientras que el pórtico brinda hiperestaticidad al muro, lo que le proporciona una mejor capacidad para disipar la energía sísmica.

Estructuración

Se ha buscado una disposición adecuada de los elementos resistentes para garantizar que la estructura pueda soportar todas las cargas a las que esté expuesta durante su vida útil, al mismo tiempo que sea estéticamente atractiva, funcional y económica, optando por losas aligeradas, que son ampliamente utilizadas en el Perú por las siguientes razones:

- Al empotrar tuberías de desagüe en la losa, se requiere un espesor mínimo de 17 y/o 20cm. Una losa maciza de este peralte resulta ser muy costosa y pesada.
- Dado que la mano de obra es relativamente económica, el costo de la instalación del ladrillo hueco no tiene un impacto significativo en el costo total de la obra.
- El costo reducido de un encofrado para losas aligeradas en comparación con los utilizados en otras losas.
- Según el criterio práctico y la experiencia acumulada por numerosos expertos en diseño de concreto armado, se sugiere que una losa aligerada resulta económica para luces de hasta aproximadamente 7m.
- Se ha optado por techar en la dirección de menor longitud de los esfuerzos por flexión y cortante, así como las deformaciones resultantes.
- Con el fin de simplificar el anclaje de acero y la instalación del encofrado, se decidió uniformizar el peralte de las vigas en los ejes laterales, dado la diversidad de peraltes que estas podrían presentar.
- Las vigas principales, que soportaran la carga del aligerado, se ubicaran en la dirección de los ejes identificados por letras mientras que las vigas secundarias estarán identificadas por números.

En el presente proyecto, se ha decidido que el peralte mayor de las columnas esté alineado con los ejes principales, de manera que puedan resistir eficazmente las cargas de gravedad de la losa transmitidas por las vigas.

Por otra parte, en una estructura altamente flexible, caracterizada por deformaciones laterales significativas, podrían surgir problemas adicionales durante un sismo. Estos incluyen un mayor efecto de pánico entre los ocupantes del edificio, posibles colisiones con edificaciones vecinas, una mayor probabilidad de rotura de vidrios y mayores efectos de esbeltez en las columnas, entre otros.

Método de Diseño

El método de diseño utilizado en este proyecto se fundamenta en las normas mencionadas anteriormente, en particular, se aplicará el “Metodo de diseño por resistencia” según lo estipulado en la norma E.060 Diseño en concreto armado. en este enfoque, las cargas de servicio se amplifican utilizando factores específicos, también se usan combinaciones apropiadas según el tipo de carga, conforme a lo establecido en la norma E.060. Este método asegura una estructura segura y resistente al considerar adecuadamente las fuerzas y cargas que actúan sobre la edificación. Las combinaciones de cargas consideradas son las siguientes:

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV$$

$$U = 0.9 CM \pm 1.0 CS$$

$$U = 1.25 CM + 1.25 CV \pm 1.0 CS$$

Dónde: CS= Carga Sísmica

CM = Carga Muerta

CV = Carga Viva

Normas Empleadas

El desarrollo de esta tesis se sustentará en el "Reglamento Nacional de Edificaciones" (RNE), el cual está organizado en diversos capítulos según las etapas del diseño de una edificación. A continuación, se detallan las normas que se emplearán:

- Norma E.020 Cargas: Esta norma se centra en las cargas utilizadas en el diseño de la edificación. Su objetivo es asegurar que las combinaciones de cargas no produzcan esfuerzos o deformaciones que excedan la capacidad de los materiales estructurales especificados en la normativa.
- Norma E.030 Diseño Sismorresistente: Esta norma define las condiciones mínimas para garantizar que las edificaciones diseñadas de acuerdo con sus requisitos exhiban un comportamiento sísmico apropiado. Sus objetivos principales son prevenir pérdidas de vidas, garantizar la continuidad de los servicios esenciales y reducir al mínimo los daños de la propiedad.
- Norma E.060 Diseño en Concreto Armado: Esta norma establece los requisitos mínimos y las exigencias para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad y supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple.

2.2.4 Parámetros de la norma E.030 del año 2003 y su modificatoria del año 2018

La norma técnica de edificaciones para el diseño sismorresistente E.030 establece los requisitos mínimos para garantizar que las edificaciones diseñadas conforme a sus criterios muestren un comportamiento sísmico coherente con los principios de diseño establecidos en la norma. Esta norma no solo se aplica al diseño de nuevas edificaciones, sino también a la evaluación y refuerzo de las ya existentes, así como a la reparación de edificaciones dañadas por sismos.

La norma E.030 del año 2003, en comparación de la norma del año 2018 presenta diversos cambios, no solo en cuestión de los valores de ciertos parámetros, en algunos casos implica la incorporación de nuevos parámetros que tienen gran influencia en la magnitud de las fuerzas sísmicas que serán transmitidas hacia una estructura. Esto afecta directamente a la respuesta sísmica que presentara el sistema estructural concebido, en comparación con la norma vigente.

A continuación, como parte del desarrollo de la investigación, daremos a conocer las principales diferencias entre la norma E.030 (2003) y la modificatoria E.030 (2018).

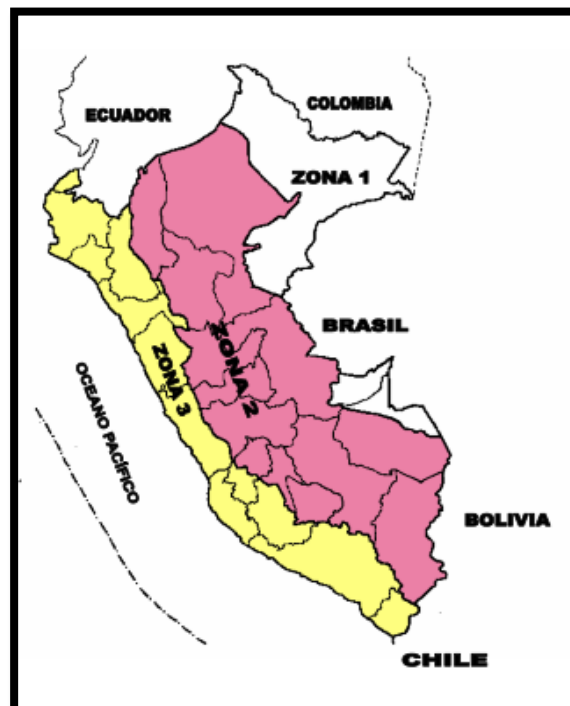
2.2.4.1 Zonificación

La zonificación implica dividir el área geográfica en zonas específicas con regulaciones y características particulares. Esta evaluación considera la amenaza sísmica para establecer diferentes zonas con niveles de riesgo sísmico variables.

La norma **E.030(2003)** considera una división de tres zonas sísmicas con valores de factor de zona mostrados en la Tabla N° 4.

Figura 1

Mapa de Zonificación sísmica



Fuente: Norma E.030(2003)

Tabla 4*Factores de Zona 2003*

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
3	0,4
2	0,3
1	0,15

Fuente: Norma E.030(2003)

La norma **E.030(2018)** considera una división de cuatro zonas sísmicas con valores de factor de zona mostrados en la Tabla N° 5.

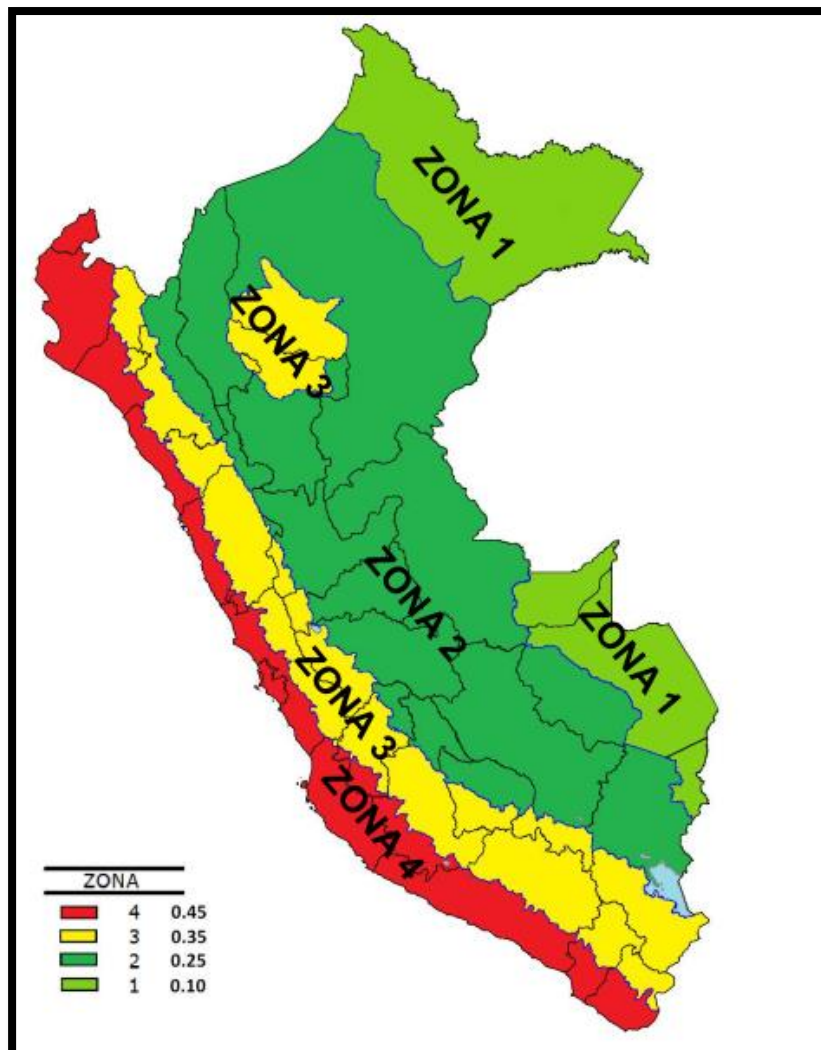
Figura 2*Mapa de Zonificación sísmica**Fuente: Norma E.030(2018)*

Tabla 5*Factores de zona 2018*

FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

*Fuente: Norma E.030(2018)***2.2.4.2 Microzonificación sísmica**

Proceso detallado de evaluación y cartografía que se realiza en un área geográfica específica para clasificar las variaciones en el riesgo sísmico a nivel local. Este proceso se centra en estudiar las condiciones del suelo y otros factores a una escala más pequeña que la zonificación sísmica convencional. Implica la recopilación de datos geológicos, geotécnicos geofísicos detallados, así como el análisis de la topografía local y la identificación de características que pueden influir en la amplificación o atenuación de las ondas sísmicas. Los resultados de microzonificación sísmica son fundamentales para el diseño y la construcción de estructuras sismorresistentes, ya que proporcionan información precisa sobre las condiciones del suelo y los riesgos específicos en áreas urbanas y suburbanas.

2.2.4.3 Perfiles de suelo

En la norma **E.030(2003)** encontramos cuatro perfiles de suelo, presentados a continuación:

- *Perfil tipo S₁: Roca o suelos muy rígidos.*
- *Perfil tipo S₂: Suelos intermedios.*
- *Perfil tipo S₃: Suelos flexibles o con estratos de gran espesor.*
- *Perfil tipo S₄: Condiciones excepcionales.*

En la norma **E.030(2018)** encontramos cinco perfiles de suelo, presentados a continuación:

- *Perfil tipo S₀: Roca dura.*
- *Perfil tipo S₁: Roca o suelos muy rígidos.*
- *Perfil tipo S₂: Suelos intermedios.*
- *Perfil tipo S₃: Suelos blandos.*
- *Perfil tipo S₄: Condiciones excepcionales.*

Tabla 6

Clasificación de perfil de suelo

Clasificación de los perfiles de suelo			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma E.030(2018)

2.2.4.4 Parámetros de sitio

Según la norma **E.030(2003)** estos valores son:

Tabla 7

Parámetros de sitio

Parámetros del Suelo			
Tipo	Descripción	T _{p(S)}	S
S ₁	Roca o suelos rígidos	0,4	1,0
S ₂	Suelos intermedios	0,6	1,2
S ₃	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0,9	1,4
S ₄	Condiciones excepcionales	*	*

(*) Los valores de T_p y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S₃.

Fuente: Norma E.030(2003)

Según la norma **E.030(2018)** estos valores son:

Tabla 8

Parámetros de sitio (S, T_p, T_l)

ZONA \ SUELO	SUELO			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

PERÍODOS “T_p” Y “T_l”

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _{p(S)}	0,3	0,4	0,6	1,0
T _{l(S)}	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma E.030(2018)

2.2.4.5 Factor de amplificación sísmica

Como indica la norma E.030, se define como el coeficiente que representa la amplificación de la respuesta estructural en relación con la aceleración del suelo.

Según la norma **E.030(2003)**, este factor se define con la siguiente expresión:

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \quad ; \quad C \leq 2,5$$

Donde:

- T: Periodo

Según la norma **E.030(2018)**, este factor se define con la siguiente expresión:

$$\begin{array}{ll}
 T < T_P & C = 2,5 \\
 T_P < T < T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right) \\
 T > T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)
 \end{array}$$

Donde:

- T: Periodo

2.2.4.6 Categoría de edificaciones y factor de uso (*U*)

Esta clasificación es útil para establecer el nivel de resistencia necesario para distintos tipos de edificaciones. Por ejemplo, los hospitales o centros de emergencia, considerados como infraestructuras críticas, estarán asignados a una categoría y factor de uso más elevados.

Según la norma **E.030(2003)** las estructuras se clasifican de acuerdo a las categorías indicadas en la Tabla N°9:

Tabla 9*Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)*

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1,0
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1,50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)
(*) En estas edificaciones, a criterio del proyectista, se podrá omitir el análisis por fuerzas sísmicas, pero deberá proveerse de la resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales.		

Fuente: Norma E.030(2003)

Según la norma **E.030(2018)** las estructuras se clasifican de acuerdo a las categorías indicadas en la Tabla N°10:

Tabla 10*Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)*

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR U		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 2
A Edificaciones Esenciales	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Menores	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma E.030(2018)

2.2.4.7 Sistemas estructurales

La categorización de sistemas estructurales se lleva a cabo teniendo en cuenta los materiales empleados como el sistema de estructuración sísmica predominante en cada dirección.

Para esta investigación consideraremos estructuras de concreto armado que según la norma E.030 están clasificadas en:

- Pórticos
- Muros Estructurales
- Sistema Dual
- Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada

2.2.4.8 Categoría y sistemas estructurales

Según la norma E.030(2003), la categoría de una edificación y la zona donde se ubique se proyecta observando las características de regularidad y empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla 11

Categoría y estructura de las edificaciones

CATEGORÍA Y ESTRUCTURA DE LAS EDIFICACIONES			
Categoría de la edificación	Regularidad Estructural	Zona	Sistema Estructural
A (*) (**)	Regular	3	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual
		2 y 1	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
B	Regular o irregular	3 y 2	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
		1	Cualquier sistema
C	Regular o irregular	3, 2 y 1	Cualquier sistema

(*) La edificación será especialmente estructurada para resistir sismos severos.

(**) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

Fuente: Norma E.030(2003)

Según la norma E.030(2018), la categoría de una edificación y la zona donde se ubique se proyecta empleando el sistema estructural y respetando las restricciones de irregularidad que se indica en la Tabla N°12.

Tabla 12

Categoría y estructura de las edificaciones

CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema

(*) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

Fuente: Norma E.030(2018)

2.2.4.9 Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción (R_o)

De acuerdo a lo establecido en la Norma E.030(2003), los sistemas estructurales se clasifican en función de los materiales utilizados y el sistema de estructuración sísmica predominante en cada dirección, tal como se detalla en la Tabla N°13.

Tabla 13

Sistemas Estructurales

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente de Reducción, R Para estructuras regulares (*) (**)
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos.	9,5
Otras estructuras de acero	6,5
Arriostres Excéntricos	6,0
Arriostres en Cruz	6,0
Concreto Armado	
Pórticos.	8
Dual.	7
De muros estructurales.	6
Muros de ductilidad limitada.	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma E.030(2003)

Como indica la Norma E.030(2018), estos sistemas se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección como se indica en la Tabla N° 14.

Si en el análisis la edificación presenta más de un sistema estructural se tomará el menor coeficiente R_0 correspondiente.

Tabla 14

Sistemas Estructurales

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

Fuente: Norma E.030(2018)

2.2.4.10 Factores de irregularidad (I_a , I_p)

Esta clasificación se lleva a cabo con el propósito de identificar el método de análisis adecuado y los valores correctos del coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

Según la Norma E.030(2003) existen dos tipos de estructuras, estas son, reglares e irregulares, donde el valor de los factores de I_a e I_p se determinará como el menor de los factores indicados en la tabla N°17.

Tabla 15

Irregularidades en altura

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA
<p><i>Irregularidades de Rigidez – Piso blando</i></p> <p>En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso, columnas y muros, es menor que 85 % de la correspondiente suma para el entrepiso superior, o es menor que 90 % del promedio para los 3 pisos superiores. No es aplicable en sótanos. Para pisos de altura diferente multiplicar los valores anteriores por (h_i/h_d) donde h_d es altura diferente de piso y h_i es la altura típica de piso.</p>
<p><i>Irregularidad de Masa</i></p> <p>Se considera que existe irregularidad de masa, cuando la masa de un piso es mayor que el 150% de la masa de un piso adyacente. No es aplicable en azoteas.</p>
<p><i>Irregularidad Geométrica Vertical</i></p> <p>La dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 130% de la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No es aplicable en azoteas ni en sótanos.</p>
<p><i>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes.</i></p> <p>Desalineamiento de elementos verticales, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento de magnitud mayor que la dimensión del elemento.</p>

Fuente: Norma E.030(2003)

Tabla 16

Irregularidades en planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA
<p><i>Irregularidad Torsional</i></p> <p>Se considerará sólo en edificios con diafragmas rígidos en los que el desplazamiento promedio de algún entrepiso exceda del 50% del máximo permisible.</p> <p>En cualquiera de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, en un extremo del edificio, es mayor que 1,3 veces el promedio de este desplazamiento relativo máximo con el desplazamiento relativo que simultáneamente se obtiene en el extremo opuesto.</p>
<p><i>Esquinas Entrantes</i></p> <p>La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura, tienen esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>
<p><i>Discontinuidad del Diafragma</i></p> <p>Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma.</p>

Fuente: Norma E.030(2003)

Según la Norma E.030(20018) los factores de I_a e I_p se determinará como el menor de los factores indicados en la tabla N°17.

Tabla 17

Irregularidades en planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p><i>Irregularidad Torsional</i> Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible.</p>	0,75
<p><i>Irregularidad Torsional Extrema</i> Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (ΔP_{rom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible.</p>	0,60
<p><i>Esquinas Entrantes</i> La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0,90
<p><i>Discontinuidad del Diafragma</i> La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0,85
<p><i>Sistemas no Paralelos</i> Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p>	0,90

Fuente: Norma E.030(2018)

Tabla 18*Irregularidades en altura*

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
<p><i>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</i> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p>	0,75
<p><i>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</i> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p><i>Irregularidad Extrema de Rigidez</i> Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p>	0,50
<p><i>Irregularidad Extrema de Resistencia</i> Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p><i>Irregularidad de Masa o Peso</i> Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><i>Irregularidad Geométrica Vertical</i> La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><i>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</i> Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80
<p><i>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes</i> Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.</p>	0,60

Fuente: Norma E.030(2018)

2.2.4.11 Estimación del peso (P)

Según lo estipulado en la Norma E.030, el cálculo del peso de la edificación implica agregar a la carga permanente y total un porcentaje de la carga viva o sobrecarga, que se determinara de la siguiente manera:

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

2.2.4.12 Análisis estático o fuerzas estáticas equivalentes

Este método representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando a cada nivel de la edificación,

Fuerza cortante de la base

La fuerza cortante para la norma E0.30 2003 y 2018 en la base de acuerdo a la dirección considerada se determinará mediante la siguiente expresión:

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

Considerando el valor mínimo de C/R , según la norma E.030(2003) de la siguiente manera:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

Y Considerando el valor mínimo de C/R , según la norma E.030(2003) de la siguiente manera:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Distribución de la fuerza sísmica en altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel, se determinará con la siguiente expresión según la norma E.030(2003).

$$F_a = 0,07 \cdot T \cdot V \leq 0,15 \cdot V$$

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot h_j} \cdot (V - F_a)$$

Donde:

- T tiene el mismo valor usado para la determinación de la fuerza cortante.

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot (h_j)^k}$$

Donde:

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k=1,0$
- b) Para T mayor a 0,5 segundos: $k=(0.75+0.5T) \leq 2.0$

Periodo fundamental de vibración

Según la norma E.030, este factor se define como:

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

Donde:

$C_T = 35$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos.

$C_T = 45$ para edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras.

$C_T = 60$ para estructuras de mampostería y para todos los edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean fundamentalmente muros de corte.

Fuente: Norma E.030(2003)

- $C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:
- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
 - b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.
- $C_T = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:
- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
 - b) Pórticos de acero arriostrados.
- $C_T = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Fuente: Norma E.030(2018)

Excentricidad accidental

Según la norma E.030, tanto para la norma del año 2003 y la modificatoria del año 2018, la fuerza de cada nivel, denotada como F_i , se aplica en el centro de masa de ese nivel particular. Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental se calculará como el 5% de la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la acción de las líneas de fuerza.

Además de la fuerza actuante en cada nivel, se aplicará un momento accidental definido mediante la siguiente ecuación.

$$Mt_i = \pm F_i \cdot e_i$$

Fuerzas sísmicas verticales

Según la norma E.030(2003), la fuerza sísmica vertical se define como una fracción del peso. Para las zonas 3 y 2 esta fracción será $2/3Z$, mientras que para la zona 1 no será necesario considerar este efecto.

Según la norma E.030(2018), la fuerza sísmica vertical se define como una fracción del peso igual a $2/3(Z.U.S)$.

2.2.4.13 Análisis dinámico modal espectral

Este análisis se realiza mediante un procedimiento de combinación modal-espectral.

Modos de vibración

Este factor puede ser establecido mediante un procedimiento que tenga en cuenta las propiedades de rigidez y la distribución de masas de la estructura. Según lo establecido en la norma E.030 del año 2018, en cada dirección cuya suma de masas efectivas represente al menos el 90% de la masa total.

Aceleración espectral

Como indica la norma E.030, para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

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

Para el análisis en la dirección vertical, se puede emplear un espectro con valores equivalentes a $2/3$ del espectro utilizado para las direcciones horizontales, teniendo en cuenta los valores de “C”.

Según la norma E.030(2018), para zonas de periodos muy cortos ($T < 0.2T_p$) en la que se considerara:

$$T < 0.2 T_p \qquad C = 1 - 7.5 \left(\frac{T}{T_p} \right)$$

Fuerza cortante mínima en la base

Como indica la norma E.030 la fuerza cortante en el primer piso no debe ser inferior al 80% del valor calculado, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

2.2.4.14 Determinación de desplazamientos laterales

Según la norma E.030, tanto para la norma del año 2003 y la modificatoria del año 2018, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas.

2.2.4.15 Desplazamientos laterales Relativos admisibles

Según la norma E.030, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado no deberá exceder la fracción de altura de entrepiso que se indica en la Tabla N°19 para la norma E.030(2003) y la Tabla N°20 para la norma E.030(2018).

Tabla 19

Límites para el desplazamiento lateral de entrepiso

LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO	
Estos límites no son aplicables a naves industriales	
Material predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

Fuente: Norma E.030(2003)

Tabla 20

Límites de distorsión de entrepiso

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DE ENTREPISO	
Estos límites no son aplicables a naves industriales	
Material predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con ductilidad limitada	0.005

Fuente: Norma E.030(2018)

2.2.4.16 Separación entre edificios

Cada estructura debe mantener una separación mínima “s” con las estructuras vecinas para evitar el contacto durante el movimiento sísmico. Esta distancia no debe ser inferior a 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos, ni menor que:

Según la norma E.030(2003):

$$s = 3 + 0.004 \cdot (h - 500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$s > 3\text{cm}$$

Según la norma E.030(2003):

$$s = 0.006h \geq 0.03\text{m}$$

Donde:

- “h” es la altura medida desde el nivel de terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s.

2.2.5 Predimensionamiento

Esta etapa inició después de haber realizado la configuración estructural, mediante este proceso determinaremos las dimensiones mínimas de las secciones de los elementos estructurales para que tenga un correcto funcionamiento ante la acción de cargas de gravedad y de sismo.

2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos

- **Parámetros sísmicos:** Factores de amplificación estipulados en la norma E.030 que incrementan o disminuyen la cortante basal de la estructura durante un sismo. (Cárdenas y Villegas, 2019)
- **Coficiente para determinar el periodo predominante de un edificio (C_t):** Es un factor que cataloga en rangos el tipo de elementos existentes. (Barreto y Samaniego, 2021)

- **Zonas Sísmicas:** Según indica el MVCS, el Perú está dividido en 4 regiones con valores de zonificación distintos establecidos en la norma E.060. (Norma E.030, 2018)
- **Altura de entrepiso:** Altura determinada de la parte central de la abertura entre pisos.
- **Empuje horizontal:** establecido por la combinación de cargas permanentes y variables multiplicadas por un factor de sobrecarga, resultando en una carga sísmica W .
- **Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico (T):** Es el rango de periodos en el que se mueve una edificación en un sismo dependiendo del tipo de configuración estructural. (Barreto y Samaniego, 2021)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Ámbito, Población y selección de la muestra

3.1.1 *Ámbito*

El ámbito se refiere al alcance y límites del estudio que llevaremos a cabo, al definir el ámbito se debe buscar delimitar el campo de acción de manera precisa para evitar desviaciones del tema y garantizar la viabilidad y coherencia del trabajo de investigación. Para la presente tesis se considerará como ámbito todas las edificaciones construidas con la norma E.030.

3.1.2 *Población*

“La población es un conjunto de unidades de las que desea obtener información sobre las que se va a generar conclusiones”. (Palella y Martins, 2008, pag. 83)

En esta investigación la población está constituida por todas las edificaciones de 6 niveles diseñadas con las normas E.030 en el distrito de Amarilis.

Según un informe elaborado por las oficinas sectoriales de estadística, que forma parte del Sistema Estadístico Nacional, esta nos proporciona una amplia gama de información demográfica, social, económica y financiera del departamento de Huánuco, organizada en 25 secciones. Para el desarrollo de la tesis nuestro enfoque será el área de vivienda y hogar.

En la siguiente tabla se indica el tipo y régimen de tendencia de viviendas particulares obtenidas según el sistema estadístico nacional del INEI realizado en el año 2022

Tabla 21*Viviendas particulares, según tipo de vivienda, 2007 y 2017*

Tipo de vivienda	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Incr. anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%		
Total Departamento	226367	100.0	263565	100.0	37198	16.4	3720	1.5
Casa independiente	196711	86.9	250445	96.0	53734	27.3	5373	2.4
Departamento en edificio	2869	1.3	3577	1.4	708	24.7	71	2.2
Vivienda en casa de vecindad	2102	0.9	1571	0.6	-531	-25.3	-53	-2.9
Vivienda improvisada	354	0.2	405	0.2	51	14.4	5	1.4
Local no estimado para habitación humana	155	0.1	217	0.1	62	40.0	6	3.4
Otro tipo 1/	51	0.0	0	0.0	-51	-100.0	-5	-100.0

1/ incluye cualquier estructura no destinada para habitación humana como cueva o refugio natural.

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007 y 2017.

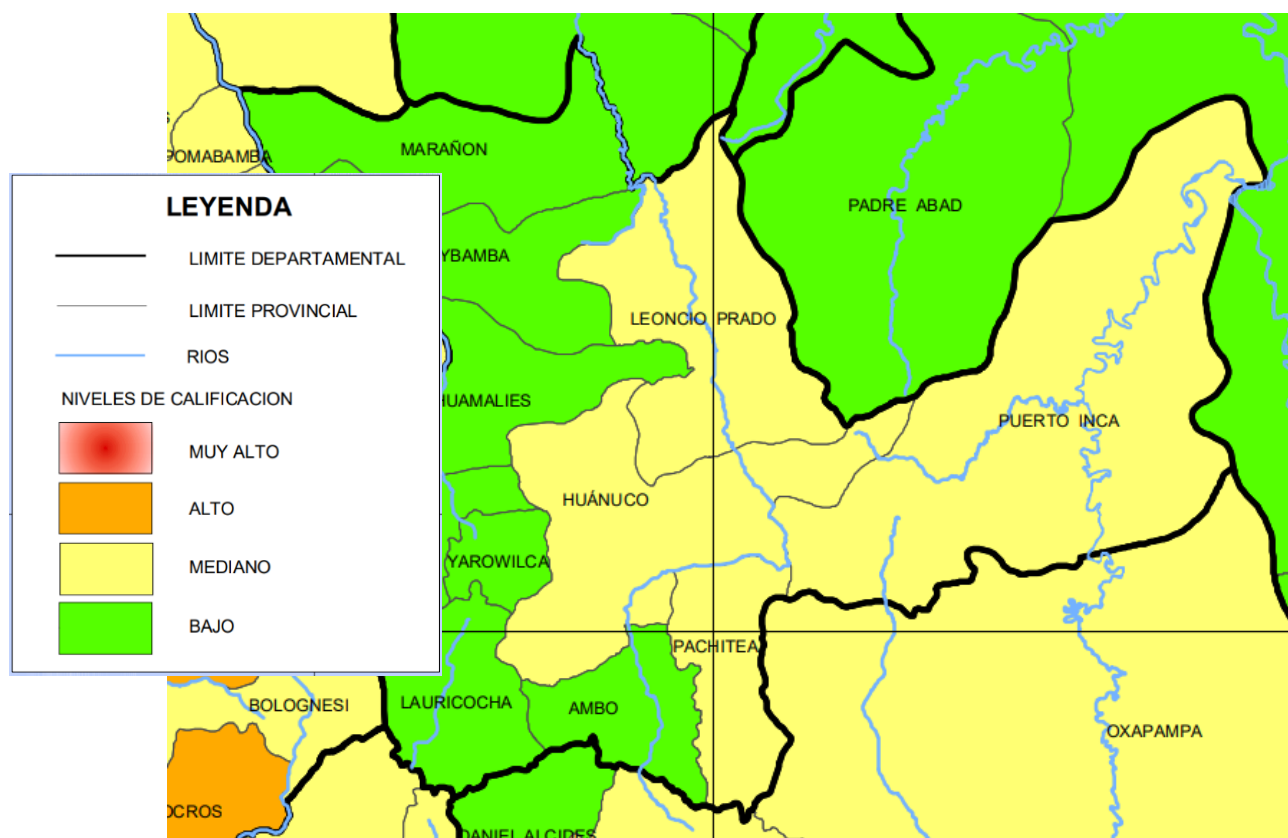
Frecuencias Sísmicas en el departamento de Huánuco

El enfoque de frecuencias sísmicas se hará por departamento puesto que el territorio incluye el lugar de nuestra zona de análisis considerando así el mínimo efecto sísmico actuante sobre nuestra edificación.

Según estudios realizados en décadas pasadas por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, la ciudad de Huánuco se encuentra en una zona sísmica media donde la frecuencia de sismos es moderada, a continuación, presentaremos un resumen de la acción sísmica en Huánuco y cerca del mismo.

Figura 3

Mapa de zonificación sísmica a nivel de la región de Huánuco



Fuente: CENEPRED, Dirección General de Programación Multianual del Sector Público – MEF

Desde el año 1900 Huánuco ha tenido 160 sismos de magnitud hasta 5.9 grados dentro de una distancia de hasta 100km, siendo 18 sismos de magnitud 5 o superior, y 142 sismos de magnitud entre 4 y 5 grados.

Tabla 22*Sismos con incidencia en el departamento de Huánuco*

	Magnitud	Epicentro	Fecha
Ultimo sismo	4.1°	19.6 km de Cerro de Pasco	24 de febrero del 2024
Sismo más fuerte	5.9°	Oxapampa, 67km de Huánuco	14 de febrero de 1970
Sismo más fuerte desde el 2023	4.8°	San Francisco de Casha, 15.5km de Tingo María	17 de julio del 2023
Sismo más fuerte en los últimos 10 años	5.0°	50km al sureste de Tingo María	15 de octubre del 2018

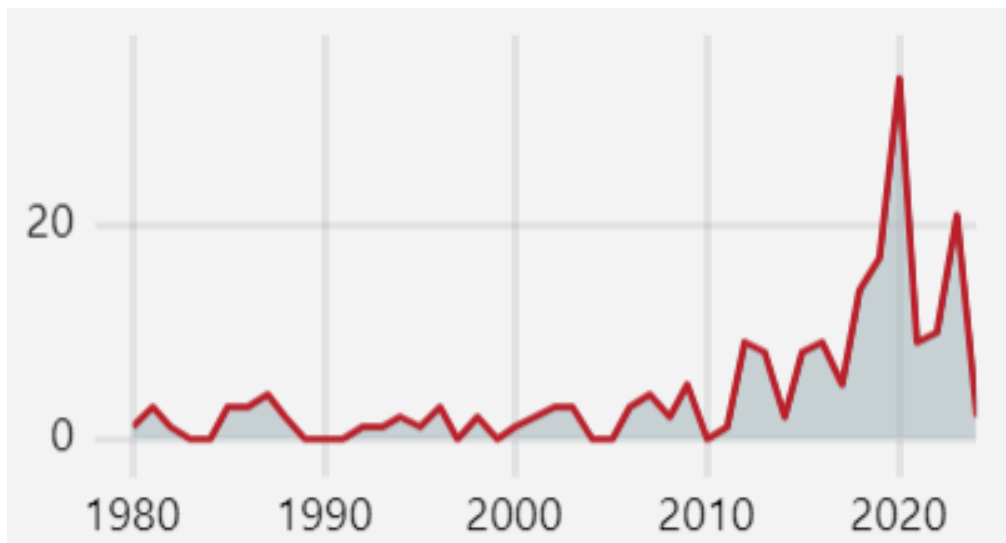
*Fuente: Allquakes- EMSC, Centro Sismológico Euro-Mediterráneo***Tabla 23***Numero de sismos cerca de la ciudad de Huánuco, Huánuco, Perú, por magnitud hasta el 24 de marzo del 2024*

	Total Sismos	<M2	M2+	M3+	M4+	M5+	M6+	M7+
Últimos 30 días	1 Sismo	Sin datos	Sin datos	-	1	-	-	-
Últimos 3 años	42 Sismos	Sin datos	Sin datos	23	19	-	-	-
Últimos 10 años	131 Sismos	Sin datos	Sin datos	51	79	1	-	-

Fuente: Allquakes- EMSC, Centro Sismológico Euro-Mediterráneo

Figura 4

Número de sismos por año en Huánuco



Nota. Obtenido de Allquakes- EMSC, Centro Sismológico Euro-Mediterráneo es una organización científica dedicada a la investigación sismológica que cuenta con la participación de institutos sismológicos de 55 países.

3.1.3 Muestra

Según Balestrini (2008), la muestra se define como una parte o subconjunto de la población.

En esta investigación la muestra es no probabilística por conveniencia siendo una técnica de muestreo con datos a disposición para el investigador, se tomó como muestra una vivienda multifamiliar en construcción ubicada en el Jr. Arequipa 129, frente al instituto Marcos Duran Martel, en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, la edificación multifamiliar cuenta con 6 niveles y una azotea, con un área de terreno de 144.76m² con un frente de 10ml.

3.2 Nivel, tipo y diseño de investigación

3.2.1 Enfoque

Cruz (2019) expresa sobre el enfoque cuantitativo, la realidad de objeto de estudio es independiente de los estados subjetivos de las personas y del investigador, siendo lo más objetiva posible refiriéndose al estudio de la realidad de manera externa e independiente.

El presente trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo, aplicado porque su objetivo es comprender la influencia de la norma E.030 (2003), en comparación con la norma E.030 (2018) en la edificación estudiada, especialmente en términos de comportamiento ante eventos sísmicos. Se considera el enfoque cuantitativo porque la recopilación de datos se realizará a través del modelado de la estructura según las normas E.030(2003) y E.030(2018), para de esta manera responder de manera numérica las preguntas de investigación planteadas.

3.2.2 Alcance o nivel

El nivel de esta investigación es descriptivo-comparativo. Esta elección se fundamenta por el hecho de que la investigación destaca y describe las características y propiedades de la edificación al emplear las normas E.030(2003) y E.030(2018) en el modelado sismorresistente, comparando los resultados obtenidos bajo estas normativas.

3.2.3 Diseño

El diseño de esta investigación es no experimental dado que se aplicará ecuaciones y parámetros establecidos en la normativa. Esta investigación consistirá en el análisis de una vivienda multifamiliar de 6 pisos aplicando los parámetros sismorresistentes sin llevar a cabo una experimentación directa.

3.3 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas de recolección de datos

Como técnicas para recolectar información en el desarrollo de esta investigación usaremos lo siguiente:

- **Observación Directa:** Se realizó una revisión de los planos de la edificación. Empleando los datos obtenidos realizamos la comparación del modelamiento entre la norma E.030 del año 2003 y la E-030 del año 2018. Contando con los modelamientos realizados por ambas versiones de la norma recopilamos todas las variaciones con el

objetivo de observar las diferencias en el comportamiento antisísmico de la edificación.

- Revisión bibliográfica de la norma E.030 y su modificatoria del año 2018 para determinar las características y establecer las diferencias entre las normas.

3.3.2 Instrumentos de recolección de datos

- Planos en digital de la edificación
- Cuaderno de apuntes
- Normas Técnicas Peruanas
 - Norma Técnica de Edificación E.020 - Cargas
 - Norma Técnica de Edificación E.060 – Concreto Armado
 - Norma Técnica de Edificación E.030 – Diseño Sismorresistente 2003
 - Norma Técnica de Edificación E.030 – Diseño Sismorresistente 2018
- Softwares empleados
 - Software para estructuras ETABS v16
 - Hojas de cálculo, Microsoft Excel

3.3.3 Procedimientos de recolección de datos

- 1) Recopilamos y analizamos los parámetros establecidos en las normas empleadas.
- 2) Identificamos las desviaciones máximas del diseño con la norma E.030 2003 y 2018 en el modelamiento.
- 3) Insertamos los valores de los parámetros de la norma E.030 2003 y 2018 en el modelamiento con el software ETABS 2016.
- 4) Del modelamiento con el software ETABS 2016 identificamos los desplazamientos máximos obtenidos, fuerzas, momentos, gráficos y más para poder definir las diferencias entre la norma E.030 2003 y 2018 y detallarlas.

3.4 Procedimiento

- Se inició con la revisión visual de las normas, planos para tener el conocimiento sobre la investigación, realizando anotaciones en el cuaderno de apuntes.
- Posterior a eso elaboramos las tablas para registrar información del proyecto y resaltar los parámetros indicados en las normas empleadas.
- Después, procesamos la información recopilada de ambas normas definiendo las características del sistema estructural empleado para obtener las respuestas y acciones sísmicas aplicando el programa para el análisis estructural ETABS 2016.
- Continuamos con el análisis e interpretación de resultados derivados del software utilizado.
- Por último, definimos las conclusiones en base al análisis de resultados, de la misma manera, planteamos algunas recomendaciones necesarias según los hallazgos obtenidos durante el estudio.

3.5 Consideraciones éticas

El desarrollo de esta investigación es únicamente autoridad del tesista, recopilando información necesaria de diversos autores y normativas, los cuales serán mencionados como referencias bibliográficas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Procesamiento de datos

4.1.1 Descripción del proyecto

Ubicación

- Departamento : Huánuco
- Provincia : Huánuco
- Distrito : Amarilis
- Dirección : Jr. Arequipa 129 – San Luis sector 5

Coordenadas Geográficas

Latitud	9°56'8.06"S
---------	-------------

Longitud	76°14'11.23"O
----------	---------------

Coordenadas UTM

Este	364453.80
------	-----------

Norte	8901458.50
-------	------------

Figura 5

Ubicación del proyecto



Fuente: Google Earth

Proyecto arquitectónico:

- Uso : Vivienda multifamiliar
- Número de pisos : 06 pisos y azotea
- Área total : 150.99 m²
- Área techada : 135.49 m²
- Área libre : 15.5 m²

Especificaciones estructurales:

- Sistema Estructural : Concreto Armado
- Losa de entrepiso : Losa aligerada (En todos los niveles)

Parámetros de diseño para el concreto:

- Resistencia ($f'c$) : 280 kg/cm²
- Peso específico : 2400 kg/m³
- Módulo de elasticidad (E): 250998 kg/cm²

Parámetros de diseño para el acero:

- Tipo : ASTM A605 – G⁶⁰
- Fluencia : 4200 kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E): 2×10^6 kg/cm²

Características del terreno:

- Tipo de Suelo : Suelo intermedio – S₂
- Estratigrafía : Uniforme
- Módulo de Elasticidad : 100kg/cm²
- Densidad Natural (γ_n) : 1.73 gr/cm³
- Cohesión (c) : 0.0921 kg/cm²
- Capacidad Portante del Suelo : 0.78 kg/cm²
- Relación Poisson (μ) : 0.35

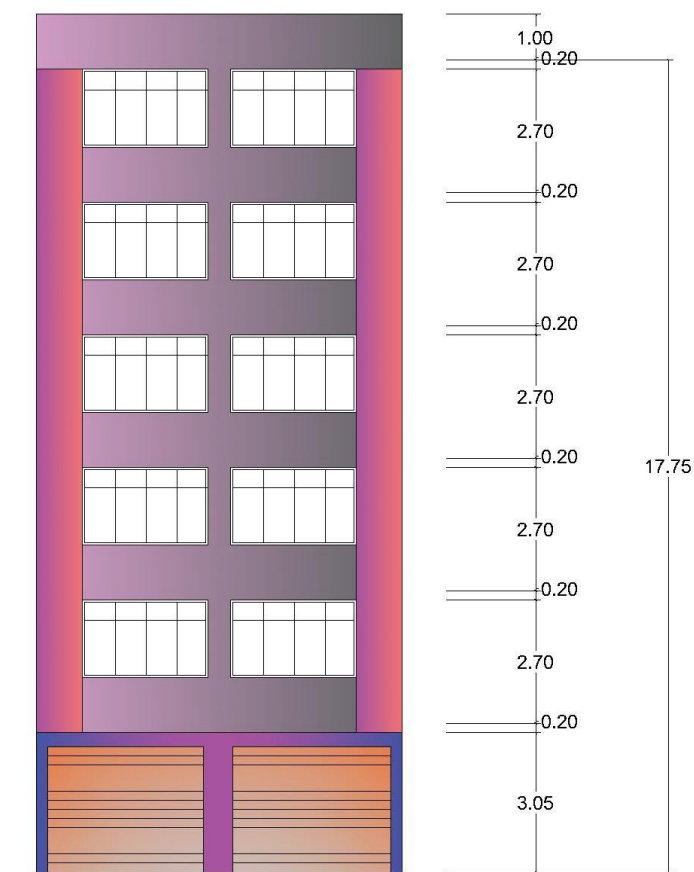
4.2 Identificación

4.2.1 Diseño Arquitectónico

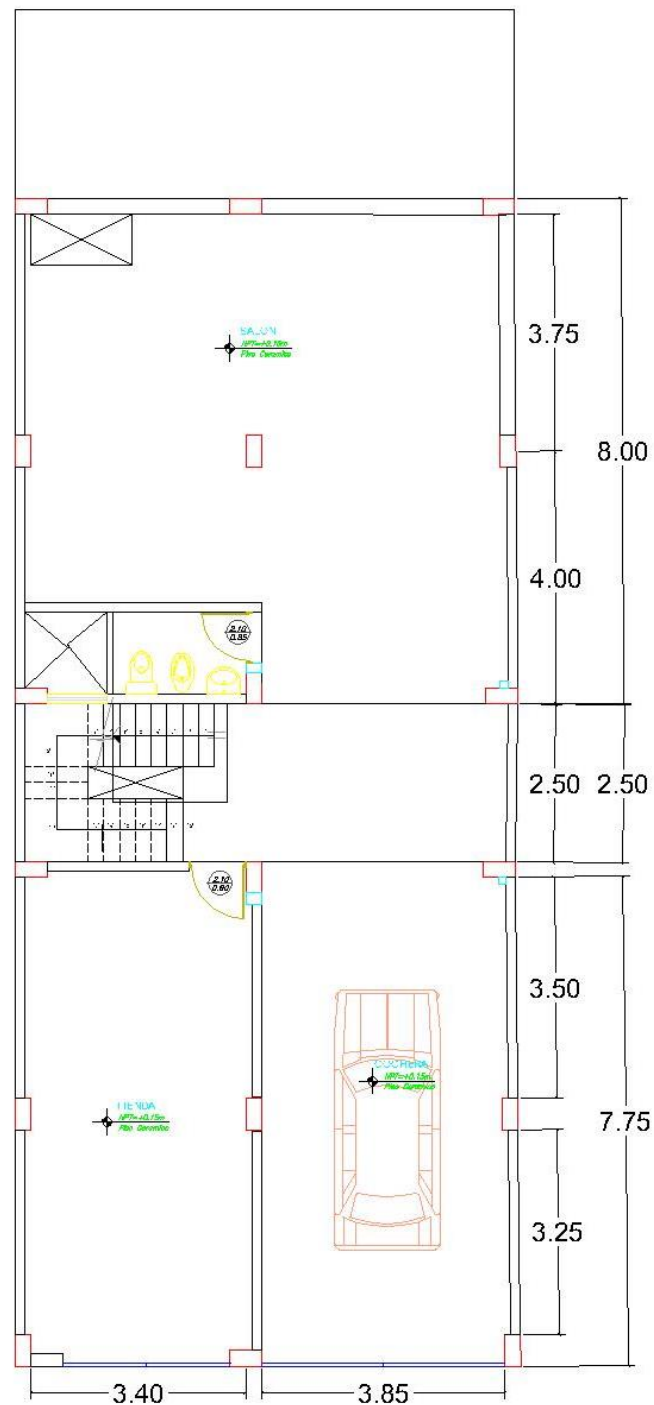
La importancia de la arquitectura radica en la capacidad de organizar eficientemente todos los espacios, garantizando una adecuada iluminación y ventilación. Nuestra edificación contempla de 6 niveles y azotea, desarrolladas con viviendas unifamiliares en cada nivel. En el primer nivel se cuenta con una cochera de 30.25m², con un área para una tienda o negocio de 27.8m² y en la parte trasera un área de almacenaje de 51.25m². También se incluye una escalera con 17 pasos y dos descansos conectando el primer con el segundo nivel, de la misma manera con los otros niveles hasta la azotea.

Figura 6

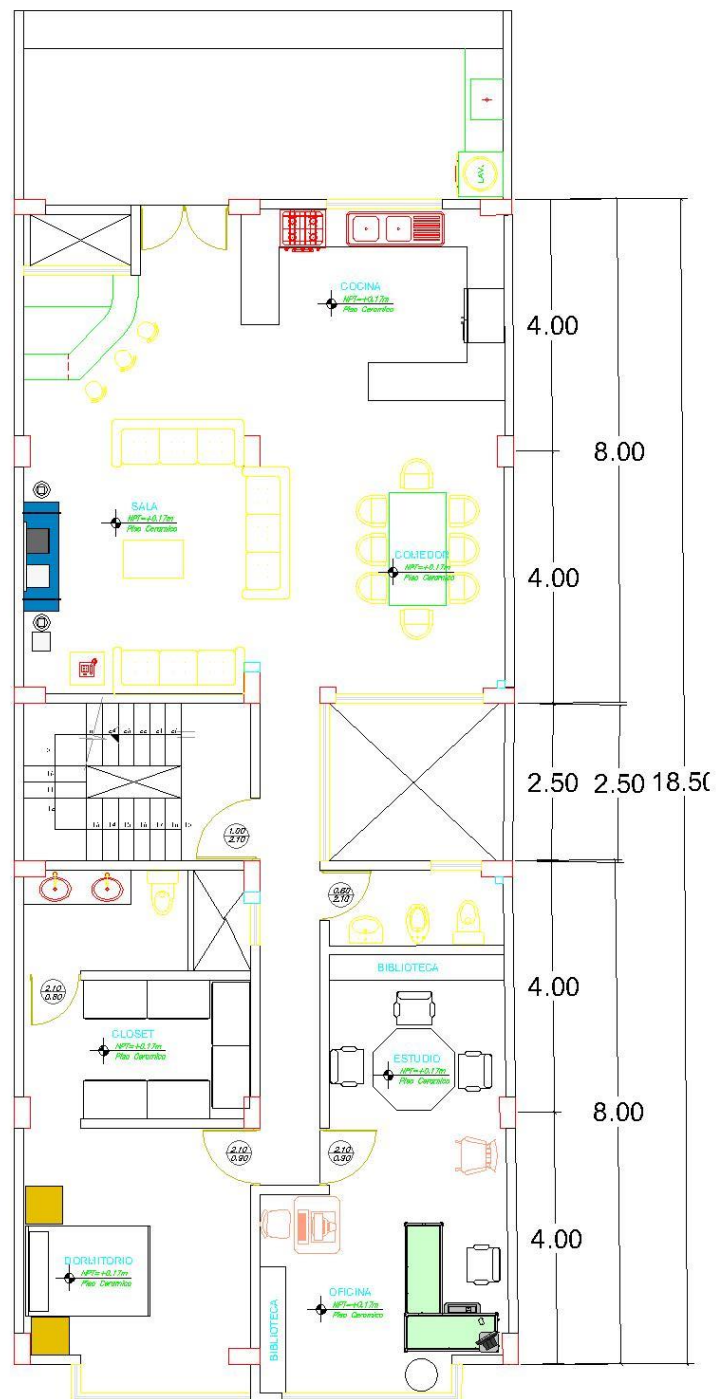
Diseño arquitectónico de fachada



Nota. En la figura se muestra el diseño en vista frontal del edificio multifamiliar de 6 niveles y azotea para realizar el diseño sismorresistente en base a la norma E.030 con el software ETABS.

Figura 7*Diseño arquitectónico 1^{er} Nivel***1ER PISO**

Nota. En la figura se muestra el diseño del primer nivel del edificio multifamiliar de 6 niveles y azotea para realizar el diseño sismorresistente en base a la norma E.030 con el software ETABS.

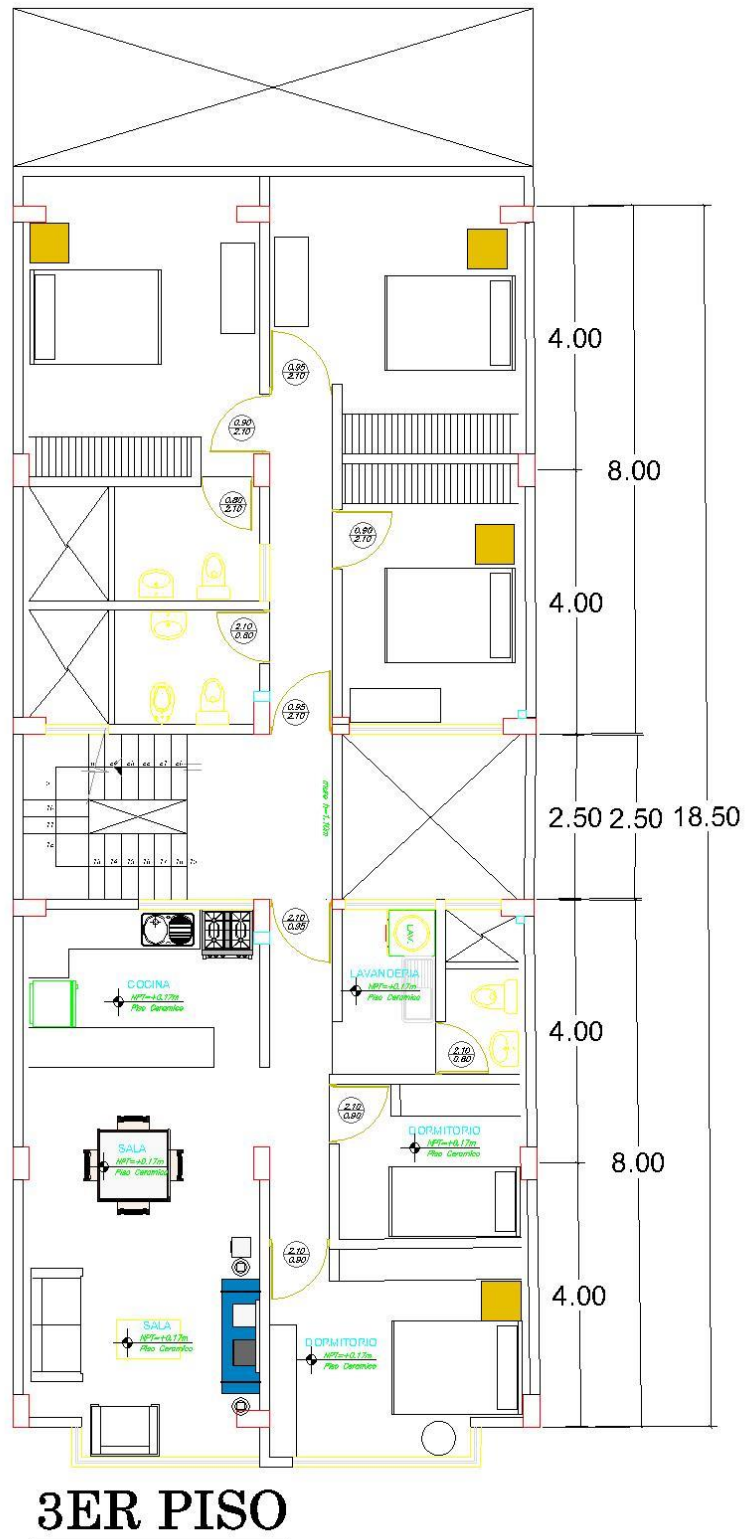
Figura 8*Diseño arquitectónico 2^{do} Nivel*

2DO PISO

Nota. En la figura se muestra el diseño del segundo nivel del edificio multifamiliar de 6 niveles y azotea para realizar el diseño sismorresistente en base a la norma E.030 con el software ETABS.

Figura 9

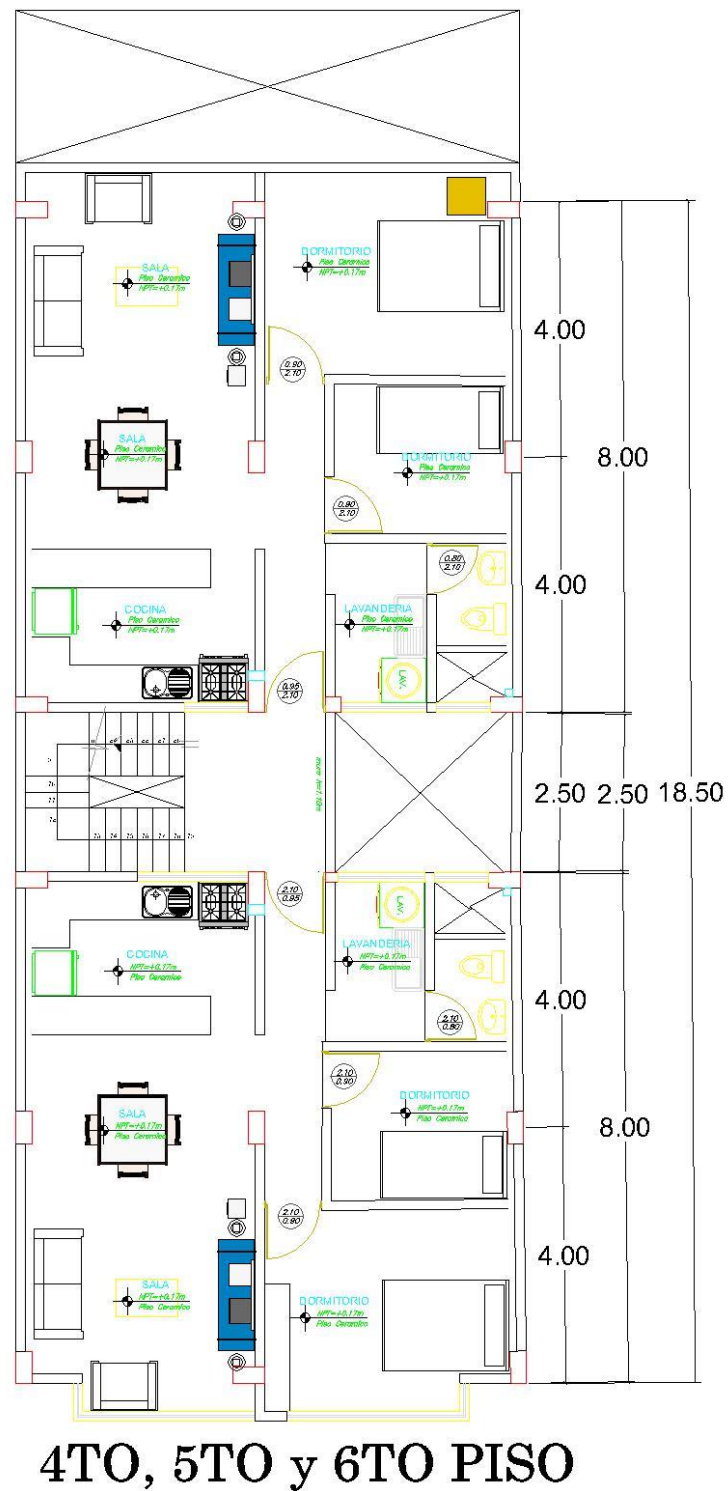
Diseño arquitectónico 3^{er} Nivel



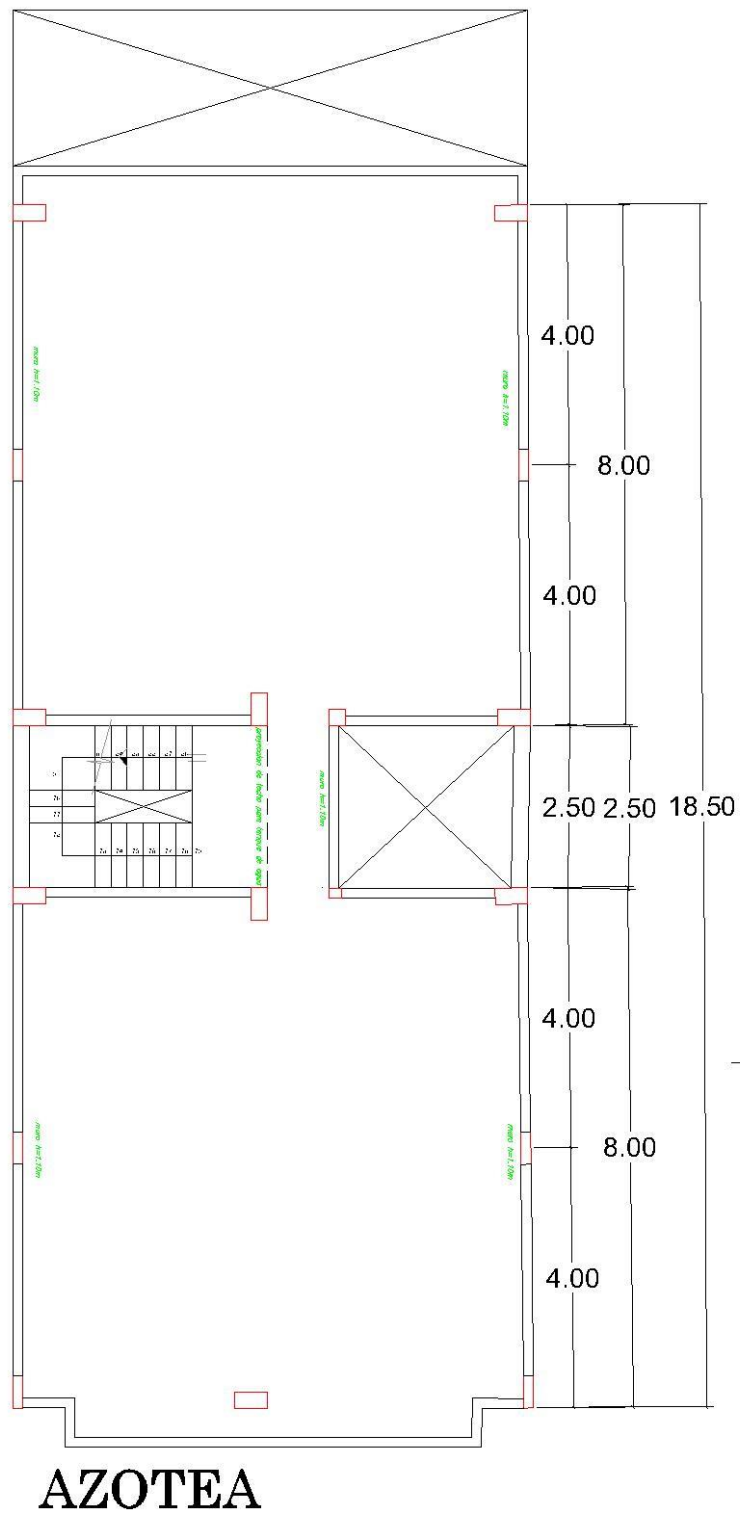
Nota. En la figura se muestra el diseño del tercer nivel del edificio multifamiliar de 6 niveles y azotea para realizar el diseño sismorresistente en base a la norma E.030 con el software ETABS.

Figura 10

Diseño arquitectónico 4^{to}, 5^{to} y 6^{to} Nivel



Nota. En la figura se muestra el diseño del cuarto, quinto y sexto nivel del edificio multifamiliar de 6 niveles y azotea para realizar el diseño sismorresistente en base a la norma E.030 con el software ETABS.

Figura 11*Diseño arquitectónico de la azotea*

Nota. En la figura se muestra el diseño de la azotea del edificio multifamiliar de 6 niveles y azotea para realizar el diseño sismorresistente en base a la norma E.030 con el software ETABS.

4.3 Predimensionamiento

4.3.1 Predimensionamiento de elementos estructurales

LOSA ALIGERADA

El predimensionamiento de la losa se puede determinar mediante la sobrecarga que actúa sobre ella o mediante la expresión $h=L/25$.

- Según la sobrecarga tenemos:

Aligerado según sobrecarga:

S/C – kg/m ²	150	200	250	300	350	400	450	500
Peralte “h”	L/30	L/28	L/26	L/24	L/22	L/21	L/20	L/19

Peso de aligerado según espesor (cm)

Losa h=cm	Peso de losa Kg/m ²
17	280
20	300
25	350
30	420

Aplicando la formula obtenemos: $h = \frac{L_3}{25}$

L=Luz libre de mayor longitud

L=4.25m

h=0.17m

h=0.2m (Adoptando es valor para el proceso constructivo)

Hlosa= 0.20m=20cm

VIGAS

El predimensionamiento en vigas generalmente se dimensiona considerando un peralte de orden $L/10$ o $L/12$ de la luz libre o considerando la sobrecarga actuante sobre ella, tanto en vigas principales como secundarias.

Diseño de viga principal según sobrecarga:

S/C Kg/m ²	α (alfa)
250	12.00
400	11.00
500	10.00
750	9.00
1000	8.00

Donde:

$$h(\text{peralte}) = L/\alpha$$

$$b(\text{ancho de la viga}) = h/2$$

Diseño de vigas secundarias según sobrecarga:

S/C Kg/m ²	β (beta)
250	13
400	12
500	11
750	10
1000	9

Donde:

$$h(\text{peralte}) = L/\beta$$

$$b(\text{ancho de la viga}) = h/2$$

Para el cálculo del peralte en nuestro predimensionamiento consideraremos un orden de $L/12$ de la luz libre:

Para la viga VP y VS - 2 EJES (A-B-C-D-E) y EJE (E)

$$h = \frac{l}{12}$$

$$b = \frac{h}{2}$$

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

Se trabaja con:

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

$$b = 0.20 \text{ m}$$

$$b = 0.30 \text{ m}$$

VP, VS-2=	0.3	x	0.4	m
-----------	-----	---	-----	---

V - S1 ejes (1-3)

$$h = \frac{l}{12}$$

$$b = \frac{h}{2}$$

$$h = 0.33 \text{ m}$$

Se trabaja con:

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

$$b = 0.17 \text{ m}$$

$$b = 0.25 \text{ m}$$

VS-1=	0.25	x	0.4	m
-------	------	---	-----	---

COLUMNAS

Las columnas serán diseñadas considerando el efecto de la carga axial y momentos a las que estará sometida, para lo cual usaremos la siguiente formula:

$$bh = \frac{P_c P_U A_1 N_P}{n_c f'_c} \quad y \quad P = P_c P_U A_1 N_P$$

Donde:

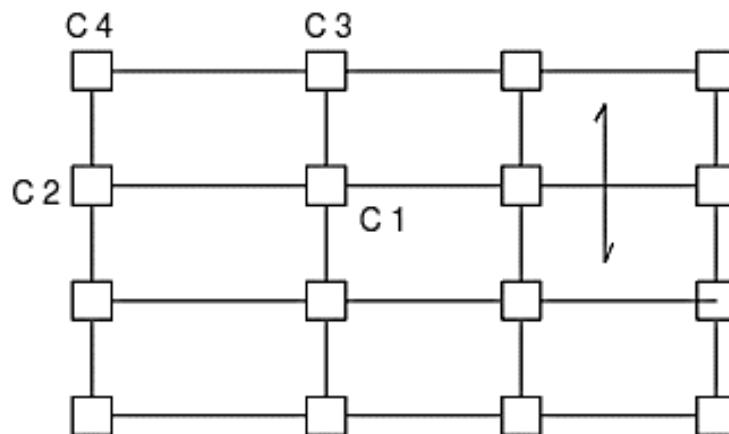
b= Dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna

h= La otra dimensión de la sección de la columna

n_c = Valor que depende del tipo de columna

f'_c = Resistencia del concreto

También se debe considerar la ubicación de la columna a diseñar para determinar el valor del factor n.



Donde:

C1 = Columna central

C2 = Columna extrema de un pórtico principal interior

C3 = Columna extrema de un pórtico secundario interior

C4 = Columna en esquina

Tabla 24

Valores de "P y n" para el diseño de columnas

Tipo C1 (para los primeros pisos)	Columna interior	$P = 1.10 P_G$ $n = 0.30$
Tipo C1 (para los 4 últimos pisos superiores)	Columna interior	$P = 1.10 P_G$ $n = 0.25$
Tipo C2, C3	Columnas Extremas de pórticos interiores	$P = 1.25 P_G$ $n = 0.25$
Tipo C4	Columna de esquina	$P = 1.50 P_G$ $n = 0.20$

Fuente: Morales (2006, p. 21)

Dimensionamiento de columna C-2, según los planos estructurales de la vivienda multifamiliar

Calculando el metrado de cargas

$$C_M = P_L + P_T + P_A + P_V + P_C$$

$$C_M = 680.96 \text{ kg/m}^2$$

$$C_v = S_c = 200.00 \text{ kg/m}^2$$

Mayoreo de cargas

$$P_U = 1.4 C_M + 1.7 C_V$$

$$P_U = 1293.35 \text{ kg/m}^2 \quad \Rightarrow \quad P_U = 0.129 \text{ kg/cm}^2$$

Area tributaria para C-2

$$P_{vp} = 1105.8$$

$$P_{vs} = 924$$

$$A_1 = 14.938$$

$$P_v = P_{vp} + P_{vs}$$

$$P_v = 2029.8$$

$$P_V = \frac{P_v}{A_1} \quad \Rightarrow \quad P_v = 135.88 \text{ kg/m}^2$$

Calculo de la seccion de la columna C - 2

DATOS:

P _c =	1.1	Buscar en la tabla
N _p =	6	dato
P _u =	1293.35 kg/m ²	calculado
n _p =	0.3	buscar en la tabla
A ₁ =	14.938	calculado
f' _c =	280	dato

$$bh = \frac{P_c P_u A_1 N_p}{n_c f'_c}$$

$$bh = 1518.00 \text{ cm}^2$$



Aproximar	
b	h
30.00 cm	50.00 cm
1500	

4.3.2 Resumen de Predimensionamiento de elementos estructurales

Tabla 25

Dimensiones de elementos estructurales

Dimensiones y descripción de los elementos estructurales	
Losa (e)	20cm
Columna C1	25x50cm
Columna C2	30x50cm
Viga en Voladizo V-B	15x20cm
Viga en Voladizo VCH-B	30x20cm
Viga Chata V-CH	25x20cm
Viga Principal V-P	30x40cm
Viga Principal eje F V-P	25x40cm
Viga Secundaria V-S1	25x40cm
Viga Secundaria V-S2	30x40cm

Nota. En la tabla se indica las dimensiones y descripción de todos los elementos estructurales existentes en la vivienda multifamiliar de seis niveles.

4.4 Metrado de cargas

El metrado de cargas se llevó a cabo de acuerdo a lo estipulado en la norma E.020-Cargas. Estos valores serán insertados en el programa según lo indicado en la siguiente expresión.

Primer Nivel	:	<i>CARGA MUERTA</i> – $W_D = 350\text{kg}/\text{m}^2$ <i>CARGA VIVA</i> – $W_L = 200\text{kg}/\text{m}^2$ <i>PESO PROPIO</i> – $P_P = 80\text{kg}/\text{m}^2$
Segundo Nivel	:	<i>CARGA MUERTA</i> – $W_D = 350\text{kg}/\text{m}^2$ <i>CARGA VIVA</i> – $W_L = 200\text{kg}/\text{m}^2$ <i>PESO PROPIO</i> – $P_P = 80\text{kg}/\text{m}^2$
Tercer al Quinto Nivel:		<i>CARGA MUERTA</i> – $W_D = 350\text{kg}/\text{m}^2$ <i>CARGA VIVA</i> – $W_L = 200\text{kg}/\text{m}^2$ <i>PESO PROPIO</i> – $P_P = 80\text{kg}/\text{m}^2$
Sexto Nivel	:	<i>CARGA MUERTA</i> – $W_D = 100\text{kg}/\text{m}^2$ <i>CARGA VIVA ultimo piso</i> – $W_L = 100\text{kg}/\text{m}^2$ <i>PESO PROPIO</i> – $P_P = 80\text{kg}/\text{m}^2$

Tabla 26

Resumen de cargas estructurales

Cargas Estructurales	
Carga viva en losa	$200\text{kg}/\text{cm}^2$
Carga muerta en losa	$350\text{kg}/\text{cm}^2$
Carga viva en techo	$100\text{kg}/\text{cm}^2$
Carga muerta en techo	$100\text{kg}/\text{cm}^2$
Carga viva en escalera	$300\text{kg}/\text{cm}^2$
Carga muerta en escalera	$100\text{kg}/\text{cm}^2$

Nota. En la tabla se indican las cargas actuantes sobre los elementos estructurales y los valores de estas para realizar el análisis en el software ETABS 2016.

4.5 Modelamiento y análisis estructural

El planteamiento del modelo matemático para la estructura propuesta, fundamentado en las características del material, la configuración estructural y el predimensionamiento preliminar de los elementos, se llevará a cabo mediante el empleo del programa de Análisis Estructural "ETABS 2016".

En esta tesis desarrollaremos el análisis de la misma estructura aplicando dos normas distintas, la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018, posteriormente realizaremos comparaciones de los resultados en los análisis estático y dinámico aplicando ambas normas, a continuación, mostraremos el procedimiento detallado del desarrollo del modelo.

4.5.1 Configuración de grillas y definición de elementos estructurales

Las grillas son definidas de acuerdo al plano arquitectónico de la edificación, mientras que la disposición de ejes es de acuerdo a la ubicación de los elementos estructurales.

Figura 12

Grillas y espaciamientos para el modelado

The screenshot shows the 'Grid System Data' dialog box in ETABS 2016. The 'Grid System Name' is 'G1'. The 'System Origin' is set to Global X: 0 m, Global Y: 0 m, and Rotation: 0 deg. The 'Story Range Option' is 'Default - All Stories'. The 'Rectangular Grids' section is set to 'Display Grid Data as Ordinates'. Below are two tables for X and Y Grid Data.

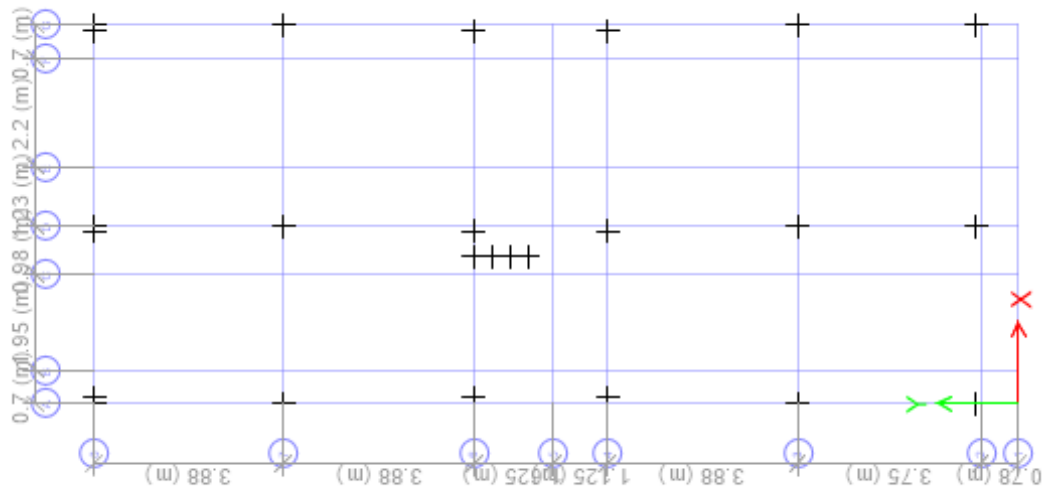
Grid ID	X Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
A	0	Yes	End
B	0.7	Yes	End
C	2.65	Yes	End
D	3.63	Yes	End
E	4.86	Yes	End
F	7.06	Yes	End

Grid ID	Y Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
1	0	Yes	Start
2	0.78	Yes	Start
3	4.53	Yes	Start
4	8.41	Yes	Start
5	9.535	Yes	Start
6	11.16	Yes	Start

Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 13

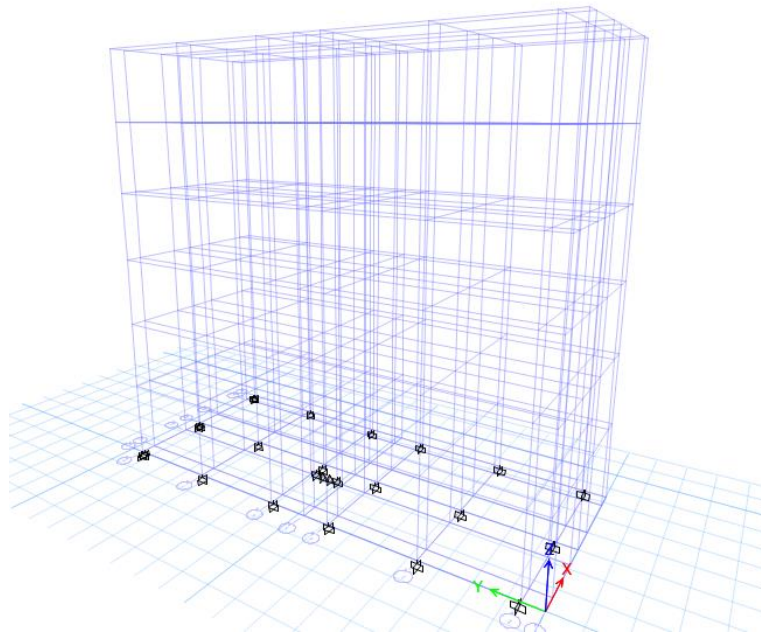
Vista en planta de los ejes estructurales



Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 14

Vista 3D de las grillas, ejes estructurales



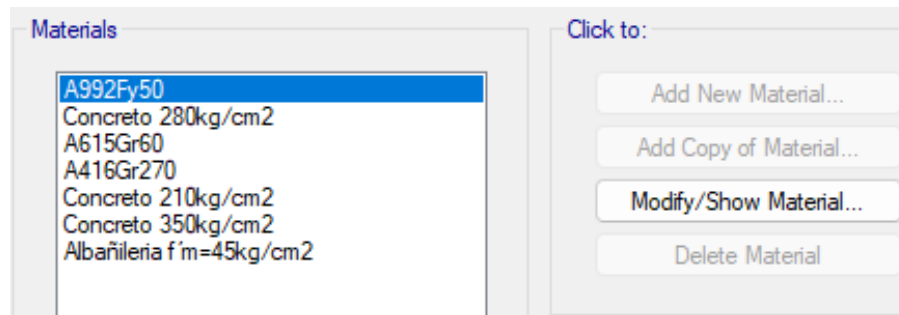
Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

4.5.2 Creación de materiales

Definiremos los materiales empleados en el análisis de la estructura con una resistencia a la compresión del concreto de 210kg/cm^2 .

Figura 15

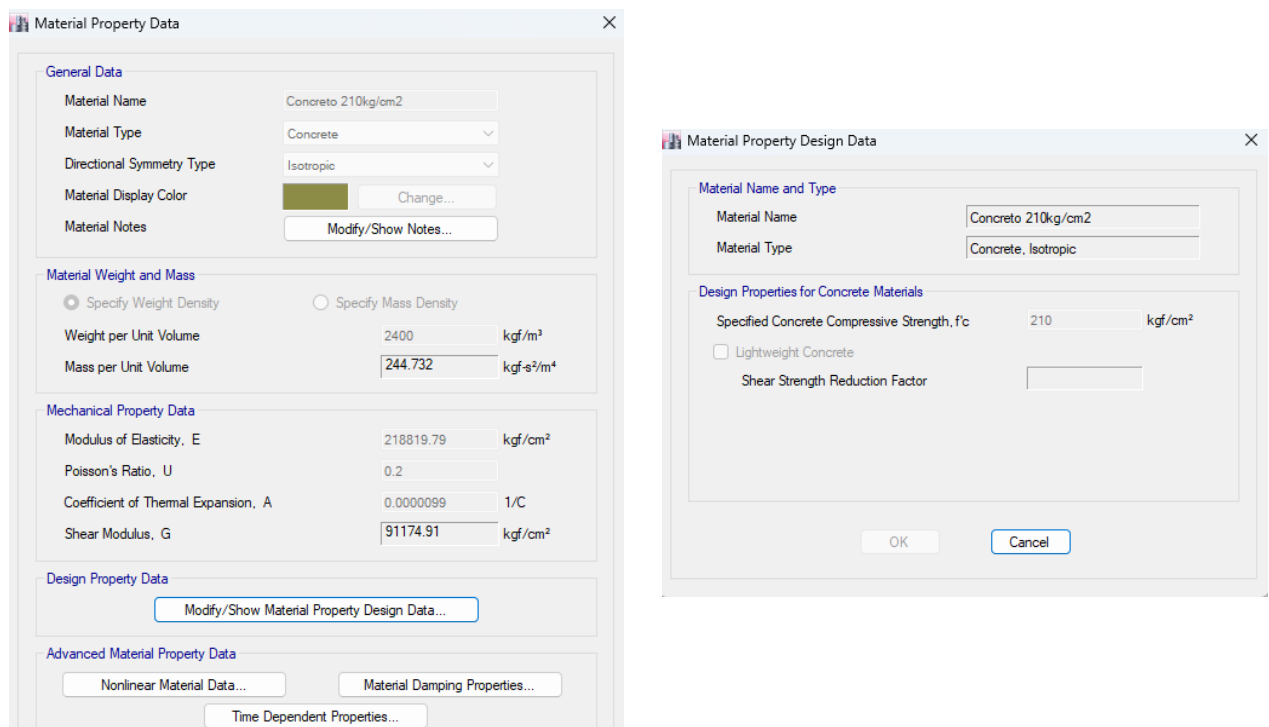
Resumen de materiales empleados para el análisis



Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 16

Propiedades del concreto



Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 17*Propiedades del acero*

Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 18*Secciones del acero*

Bar ID	Bar Area (cm ²)	Bar Diameter (cm)
1/4"	0.32	0.635
3/8"	0.71	0.9525
1/2"	1.29	1.27
5/8"	2	1.5875
3/4"	2.84	1.905
7/8"	3.87	2.2225
1"	5.1	2.54
#9	6.45	2.8651
#10	8.19	3.2258

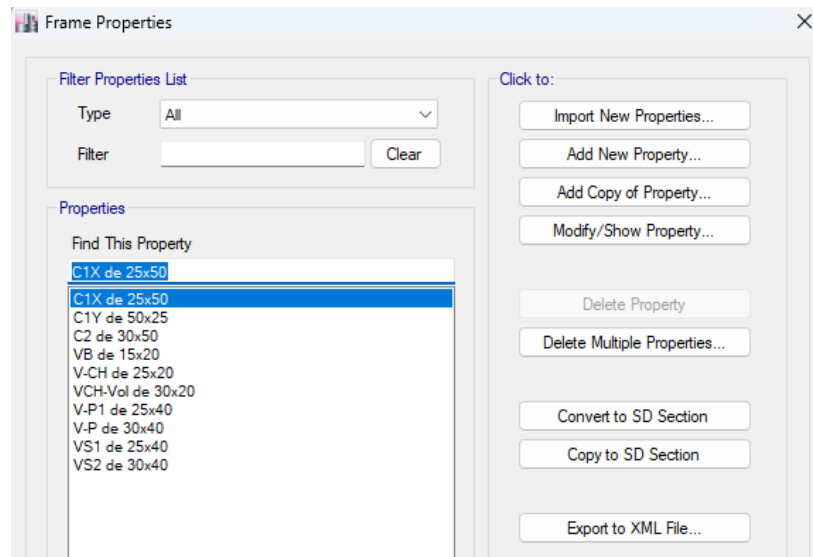
Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

4.5.3 Diseño de secciones lineales

Creación de las vigas y columnas de acuerdo al predimensionamiento realizado y material empleado.

Figura 19

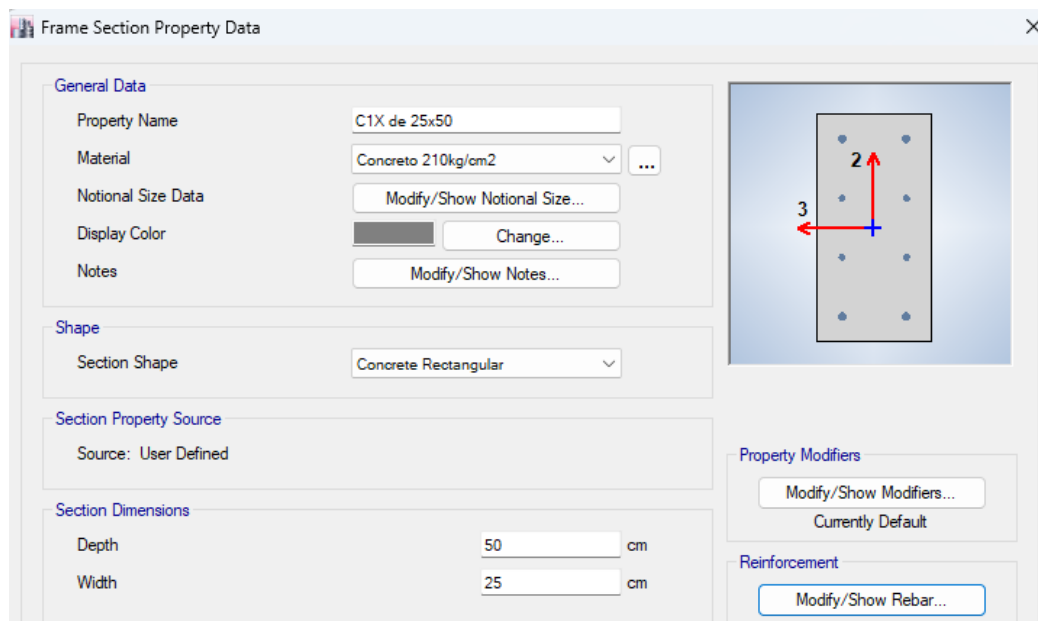
Resumen de las secciones lineales de la estructura



Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 20

Propiedades de la columna de 25x50cm



Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 21

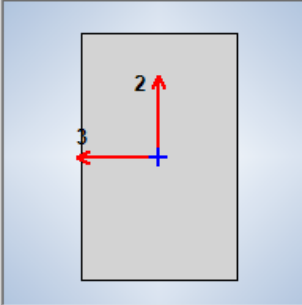
Propiedades del refuerzo para la columna de 25x50cm

Design Type <input checked="" type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		Rebar Material Longitudinal Bars: A615Gr60 Confinement Bars (Ties): A615Gr60	
Reinforcement Configuration <input checked="" type="radio"/> Rectangular <input type="radio"/> Circular		Confinement Bars <input checked="" type="radio"/> Ties <input type="radio"/> Spirals	
Check/Design <input type="radio"/> Reinforcement to be Checked <input checked="" type="radio"/> Reinforcement to be Designed			
Longitudinal Bars			
Clear Cover for Confinement Bars		3.81	cm
Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face		2	
Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face		4	
Longitudinal Bar Size and Area	1/2"	1.29	cm ²
Comer Bar Size and Area	5/8"	2	cm ²
Confinement Bars			
Confinement Bar Size and Area	3/8"	0.71	cm ²
Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis)		10	cm
Number of Confinement Bars in 3-dir		2	
Number of Confinement Bars in 2-dir		2	

Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 22

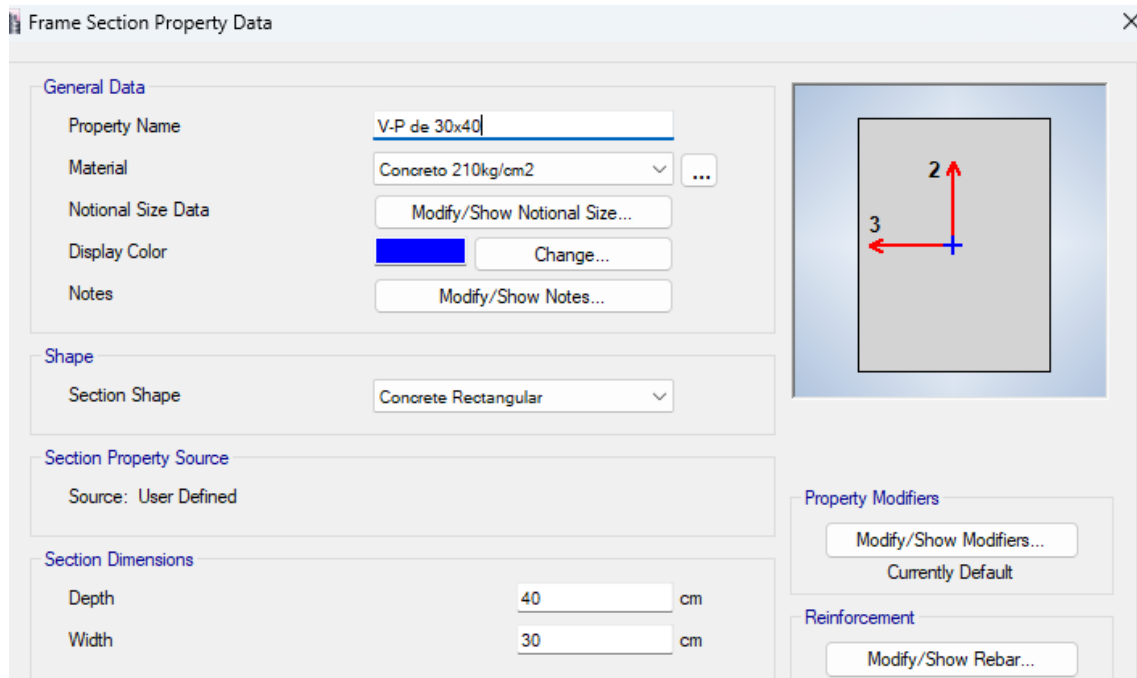
Propiedades de la viga principal de 25x40cm

General Data Property Name: V-P1 de 25x40 Material: Concreto 210kg/cm2 Notional Size Data: Modify/Show Notional Size... Display Color: Change... Notes: Modify/Show Notes...		
Shape Section Shape: Concrete Rectangular		
Section Property Source Source: User Defined		
Section Dimensions Depth: 40 cm Width: 25 cm		
Property Modifiers Modify/Show Modifiers... Currently Default		
Reinforcement Modify/Show Rebar...		

Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 23

Propiedades de la viga principal de 30x40cm



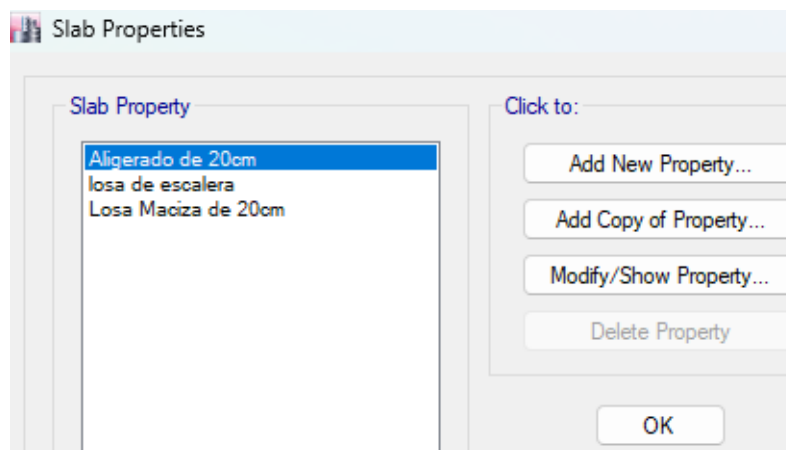
Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

4.5.4 Diseño de secciones de área

Estos elementos están dados por la losa aligerada y los muros.

Figura 24

Resumen de secciones de área de la estructura



Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 25*Propiedades de la losa de escalera de 20cm*

General Data	
Property Name	losa de escalera
Slab Material	Concreto 210kg/cm2
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	 Change...
Property Notes	Modify/Show...
Property Data	
Type	Slab
Thickness	20 cm

Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 26*Propiedades de la losa aligerada de 20cm*

General Data	
Property Name	Aligerado de 20cm
Slab Material	Concreto 210kg/cm2
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	 Change...
Property Notes	Modify/Show...
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 2 Axis

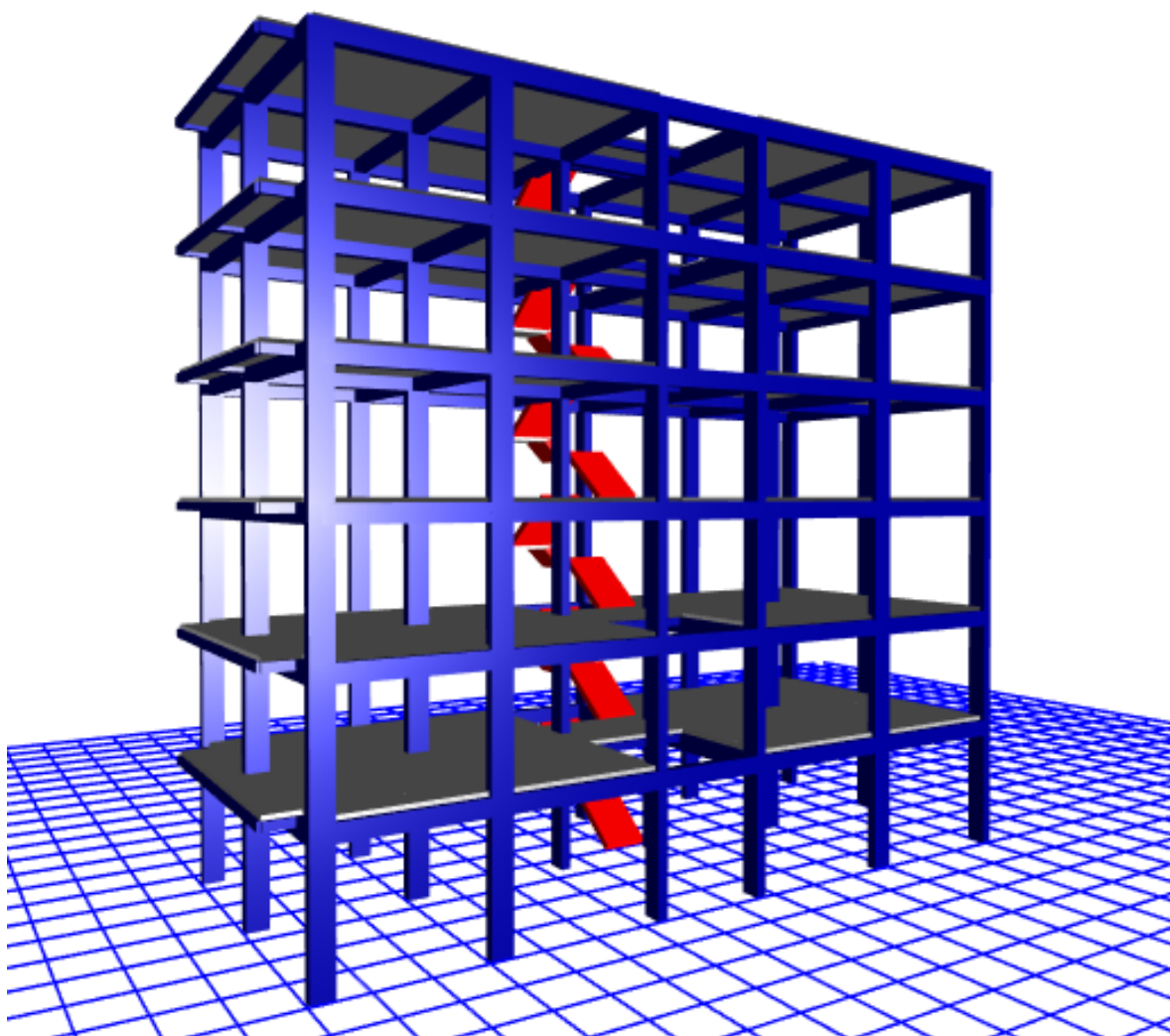
Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

4.5.5 Modelado de la estructura

Con las propiedades predefinidas de las secciones de los elementos tales como vigas, columnas, muros y losas, el diseño de la estructura se lleva a cabo considerando los ejes estructurales y la disposición propuesta. De la misma manera, se asignan características particulares para la representación del comportamiento del modelo ante la acción de cargas sísmicas.

Figura 27

Vista 3D extruida del modelamiento de la estructura



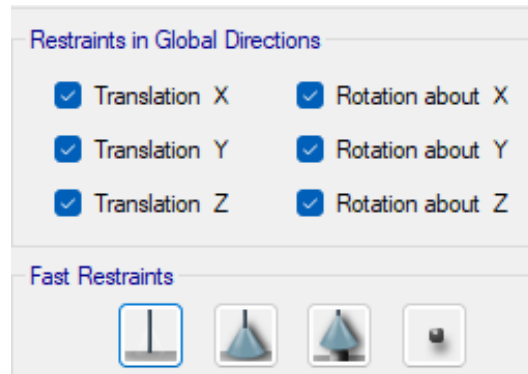
Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

4.5.6 Asignación de apoyos

Todos los apoyos de la estructura serán empotrados.

Figura 28

Restricciones en la base de la estructura



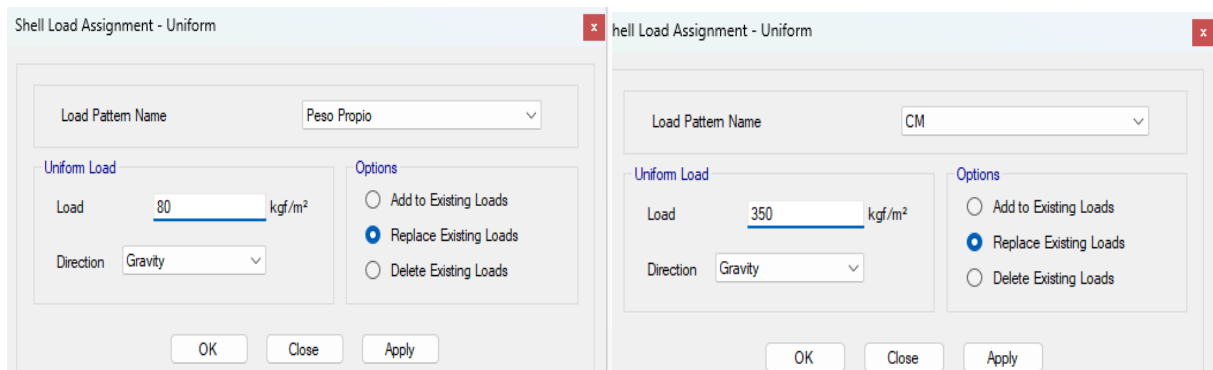
Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

4.5.7 Asignación de cargas actuantes

La asignación de cargas vivas y muertas se realizará en las losas, siendo el software el encargado de distribuir el peso conforme a la orientación del sistema de aligerado.

Figura 29

Cargas actuantes



Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

4.5.8 Peso de la estructura

La obtención de los valores del peso estructural se logró a través del procesamiento de datos calculados mediante el software ETABS 2016, constituyendo un elemento clave para esta investigación.

Tabla 27

Peso de la estructura

NIVEL	W
6	88.48
5	131.73
4	131.73
3	131.73
2	131.73
1	133.36
TOTAL	748.76

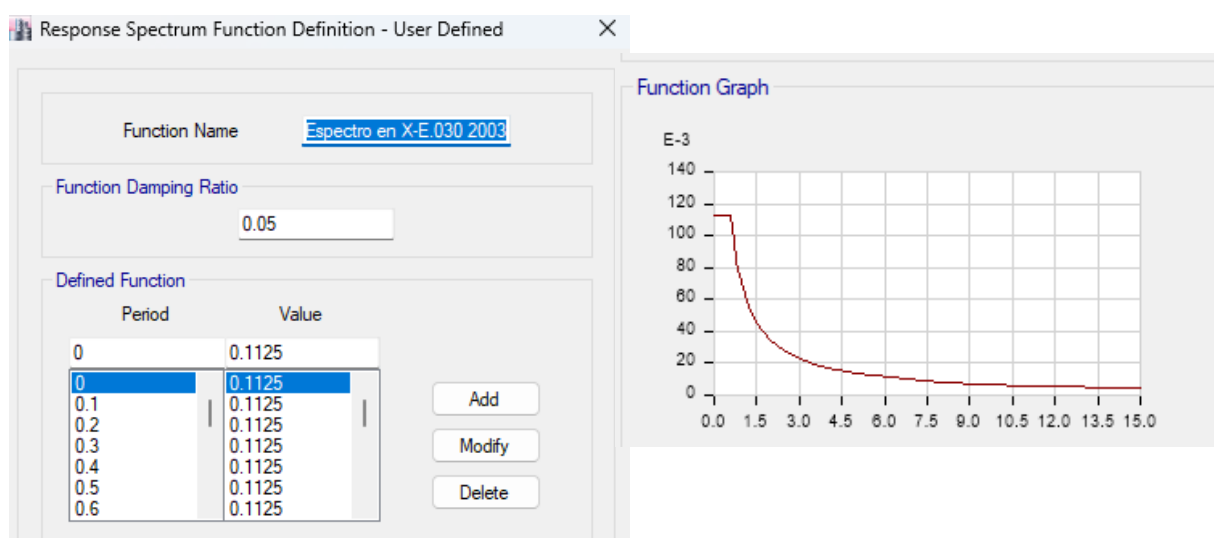
Nota. En la tabla se indica el peso total de la estructura por niveles calculado en el software ETABS considerando las cargas vivas y muertas de acuerdo a la categoría de la edificación.

4.5.9 Espectro de respuesta sísmica

Para el desarrollo del análisis simorresistente definiremos el espectro de respuesta desarrollado en el software ETABS aplicando la norma E.030-2003 y la norma E.030-2018.

Figura 30

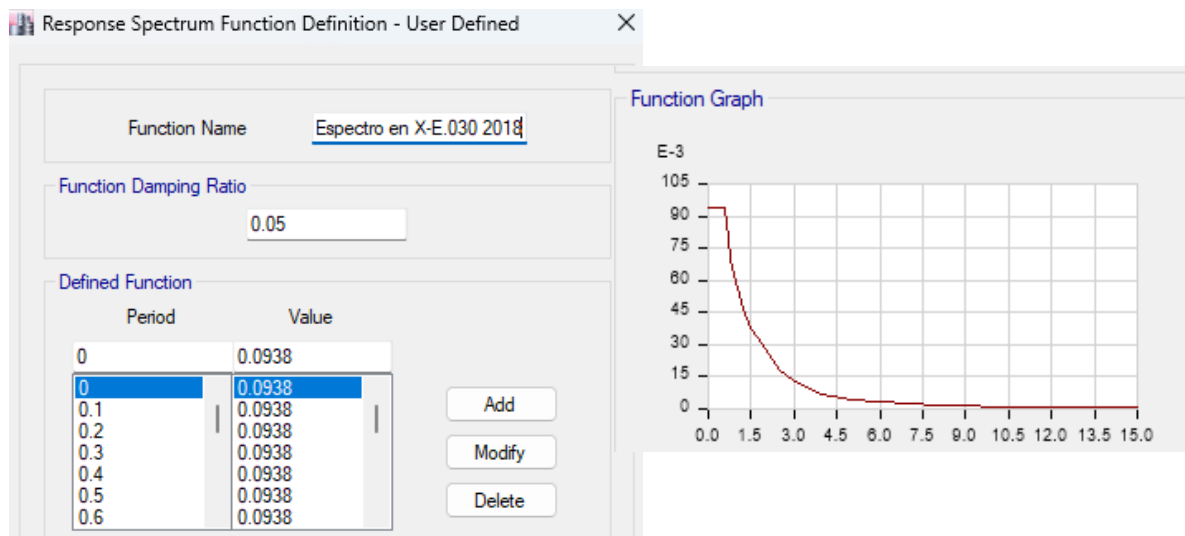
Espectro de respuesta sísmica en XX y YY según la norma E.030(2003)



Nota. En la imagen mostrada se indica los resultados obtenidos al desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Figura 31

Espectro de respuesta sísmica en XX y YY según la norma E.030(2018)



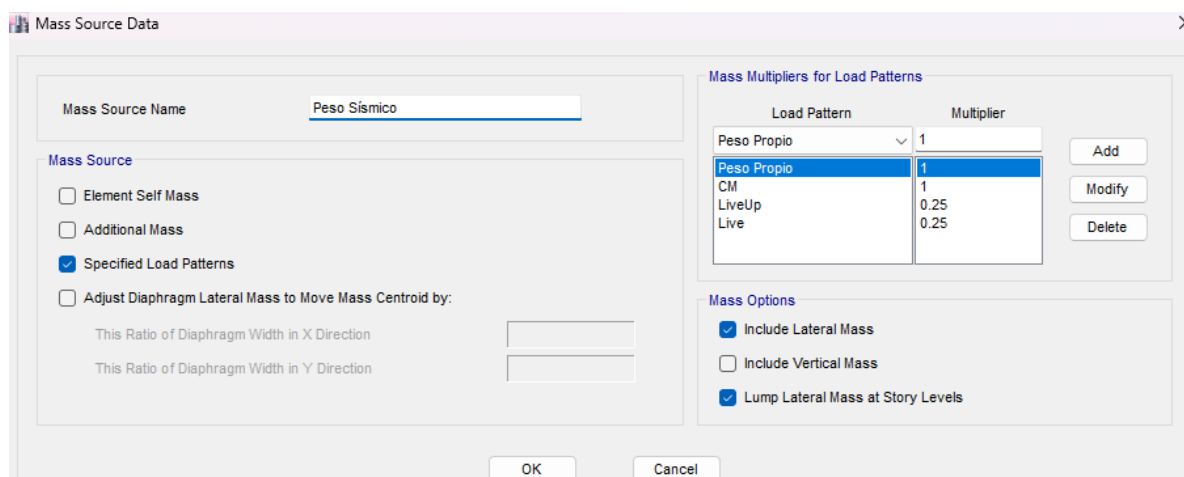
Nota. En la imagen mostrada se indica los resultados obtenidos al desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

4.5.10 Asignación de peso sísmico, brazos rígidos y patrones de carga

Estableceremos una carga denominada peso sísmico la cual resulta de la combinación de las cargas vivas y muertas multiplicadas por un factor de reducción según lo establecido en la norma E.030.

Figura 32

Asignación de peso sísmico

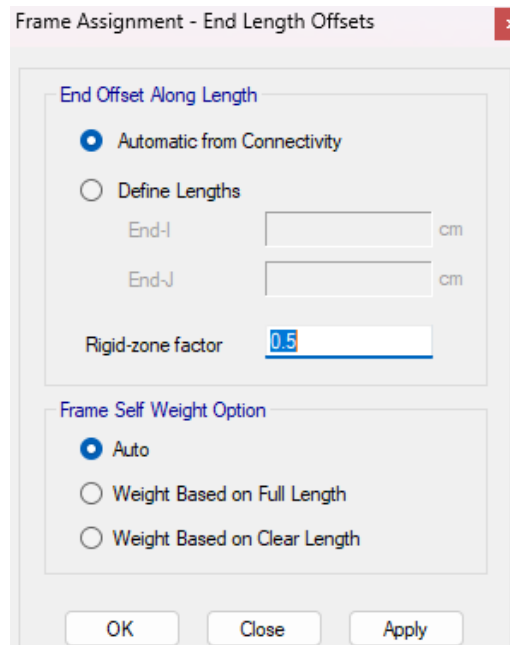


Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Asignación de brazos rígidos con un factor de 0.5.

Figura 33

Brazos rígidos definidos en ETABS

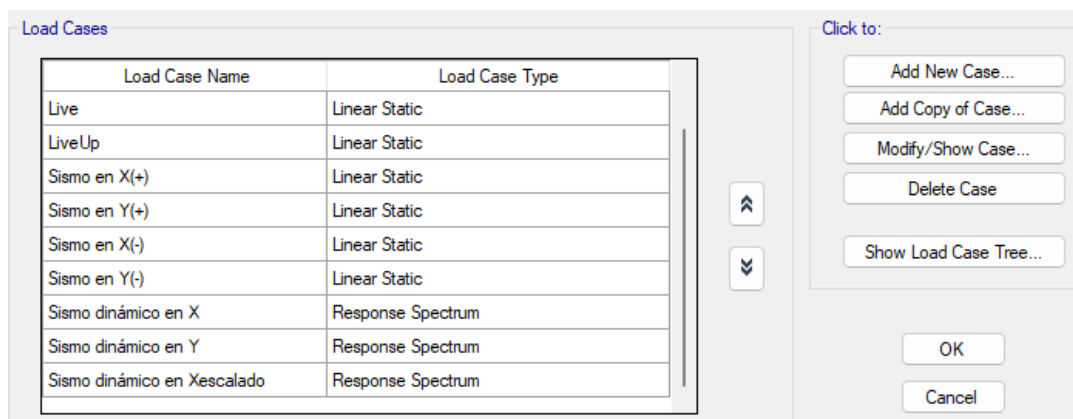


Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Definimos los patrones de carga y las fuerzas que actúan sobre la estructura para el sismo estático en XX y YY.

Figura 34

Sismo en XX y YY



Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

Utilizando el espectro de diseño incorporado, se especifican los casos de respuestas dinámicas de la estructura en ambas direcciones de acción sísmica. Emplearemos nomenclaturas donde se distinga la respuesta con la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018.

Figura 35

Casos de respuesta dinámica

General

Load Case Name: Sismo dinámico en X 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	Espectro en X-E.030 2018	9.807

1 Add Delete Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal Ritz

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...

Nota. En la imagen mostrada se indica el proceso para desarrollar el análisis sísmico estático - dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) y la modificatoria presentada en el año 2018 con el software ETABS 2016.

4.5.11 Factores para el análisis

Los parámetros que se emplearan para el cálculo de acciones sísmicas en la estructura son:

Tabla 28

Factores para el análisis según la norma E.030(2003)

Factor	Nomenclatura	Clasificación/Sistema Tipo	Valor	Justificación
Zona	Z	2	0.30	Zona Sísmica 2, Huánuco
Uso	U	Tipo "C"	1.00	Vivienda multifamiliar, Común
Suelo	S	S2	1.20	Suelos intermedios
		Tp(S)	0.60	
Coeficiente de reducción sísmica	Rx	Concreto Armado, Aporticado	8.00	Muros de concreto armado y pórticos
	Ry		8.00	

Tabla 29

Factores para el análisis según la norma E.030(2018)

Factor	Nomenclatura	Clasificación/Sistema Tipo	Valor	Justificación
Zona	Z	2	0.25	Zona Sísmica 2, Huánuco
Uso	U	Tipo "C"	1.00	Vivienda multifamiliar, Común
Suelo	S	S2	1.20	Suelos intermedios
		Tp(S)	0.60	
		TL(S)	2.00	
Coeficiente de reducción sísmica	Rx	Concreto Armado, Aporticado	8.00	Muros de concreto armado y pórticos
	Ry		8.00	
Irregularidad	Ia	-	1.00	Sin Irregularidades
	Ip	-	1.00	

4.6 Análisis sísmico según la norma E.030(2003)

4.6.1 Análisis estático

Conociendo el peso de la estructura y definido los parámetros según la norma, calcularemos la cortante basal y la distribución de fuerzas equivalentes en la altura.

Tabla 30

Cortante basal en la dirección X y Y

Dirección X			Dirección Y				
	Z	0.3		Z	0.3		
	U	1		U	1		
	S	1.2		S	1.2		
	Tp	0.6		Tp	0.6		
	Tl			Tl			
ETABS	Tx	0.949	ETABS	Tx	0.824		
	C	1.5806		C	1.820		
	Rox			Rox			
	Ia	1		Ia	1		
	Ip	1		Ip	1		
	Rx	8		Rx	8		
	Csx	0.0711		Csy	0.0819		
	Kx	1.224		Ky	1.162		
ETABS	Vbx	53.256	tnf	ETABS	Vby	61.335	tnf

Tabla 31

Distribución de fuerzas sísmicas en altura en dirección X y Y

Cortante basal		Fuerzas Equivalentes en X					
53.256		T=Ht/Ct	0.50714	Fa=Vb*0.07*T		1.890	
Piso	hi(m)	hiacum(m)	Pi(Tonf)	Pi x hi	V-Fa	Fi	Vi
6°	2.90	17.75	88.48	1570.520	51.365	10.648	10.648
5°	2.90	14.85	131.73	1956.191	51.365	13.263	23.911
4°	2.90	11.95	131.73	1574.174	51.365	10.673	34.584
3°	2.90	9.05	131.73	1192.157	51.365	8.083	42.667
2°	2.90	6.15	131.73	810.140	51.365	5.493	48.160
1°	3.25	3.25	145.47	472.778	51.365	3.205	51.365
				7575.958	TOTAL	51.365	

		Fuerzas Equivalentes en Y			
Cortante basal	61.335	$T=Ht/Ct$	0.50714	$Fa=Vb*0.07*T$	2.177

Piso	hi(m)	Hiacum (m)	Pi(Tonf)	Pi x hi	V-Fa	Fi	Vi
6°	2.90	17.75	88.48	1570.520	59.158	12.264	12.264
5°	2.90	14.85	131.73	1956.191	59.158	15.275	27.539
4°	2.90	11.95	131.73	1574.174	59.158	12.292	39.831
3°	2.90	9.05	131.73	1192.157	59.158	9.309	49.140
2°	2.90	6.15	131.73	810.140	59.158	6.326	55.466
1°	3.25	3.25	145.47	472.778	59.158	3.692	59.158
7575.958					TOTAL	59.158	

Nota. En estas tablas se indica el procedimiento de cálculo para obtener las fuerzas equivalentes aplicando la norma E.030(2003) en las direcciones X y Y.

4.6.2 Análisis dinámico

En el análisis dinámico, se realiza el cálculo completo utilizando los modos de vibración, el espectro de diseño ingresado y la respuesta anticipada, ambos previamente definidos en el programa.

Tabla 32

Modos de vibración

Modo	1	2	3	4	5	6
Periodo	0.949	0.824	0.793	0.307	0.266	0.253
Modo	7	8	9	10	11	12
Periodo	0.175	0.151	0.142	0.120	0.103	0.095
Modo	13	14	15	16	17	18
Periodo	0.092	0.079	0.078	0.071	0.066	0.059

Nota. La tabla muestra los modos de vibración de la estructura, con 3 modos de vibración por cada nivel de la estructura.

Tabla 33*Cortante basal dinámico en la dirección X y Y*

Piso	hi(m)	hiacum(m)	Vdinamica(TonF)	Vdinamica(TonF)
6°	2.90	17.75	8.154	8.776483319
5°	2.90	14.85	18.086	19.46670067
4°	2.90	11.95	25.992	27.97625146
3°	2.90	9.05	32.24	34.70122911
2°	2.90	6.15	36.904	39.72128285
1°	3.25	3.25	39.583	42.6048

Piso	hi(m)	hiacum(m)	Vdinamica(TonF)	Vdinamica(TonF)
6°	2.90	17.75	10.692	-
5°	2.90	14.85	23.882	-
4°	2.90	11.95	34.63	-
3°	2.90	9.05	43.169	-
2°	2.90	6.15	49.449	-
1°	3.25	3.25	52.977	-

Nota. La cortante dinámica en la dirección X es resultado de un escalamiento según lo establecido en la norma donde indica que para estructuras regulares esta no debe ser menor que el 80% de la cortante estática.

Desplazamientos

Se calcularon desplazamientos para el caso estático y dinámico en las direcciones X-X y Y-Y.

Tabla 34*Cálculo de derivas estáticas*

NIVEL	DERIVAS ETABS		CALCULO DE DERIVAS		VERIFICACIÓN	
	D. ETABS-X	D. ETABS-Y	D. Reglamento-X	D. Reglamento-Y	En X-X	En Y-Y
6	0.00079	0.00053	0.00473	0.00321	OK	OK
5	0.00144	0.00097	0.00863	0.00584	EXCEDE	OK
4	0.00200	0.00136	0.01198	0.00817	EXCEDE	EXCEDE
3	0.00239	0.00164	0.01434	0.00986	EXCEDE	EXCEDE
2	0.00259	0.00179	0.01556	0.01074	EXCEDE	EXCEDE
1	0.00209	0.00142	0.01253	0.00852	EXCEDE	EXCEDE

Nota. En esta tabla se indica la verificación de las derivas máximas según lo establecido en la norma donde se observa que las derivas superan el límite permitido para sistemas aporticados de 0.007.

Tabla 35*Cálculo de derivas dinámicas*

NIVEL	DERIVAS ETABS		CALCULO DE DERIVAS		VERIFICACIÓN	
	D. ETABS-X	D. ETABS-Y	D. Reglamento-X	D. Reglamento-Y	En X-X	En Y-Y
6	0.00067	0.00040	0.00402	0.00240	OK	OK
5	0.00122	0.00075	0.00732	0.00450	EXCEDE	OK
4	0.00169	0.00108	0.01011	0.00649	EXCEDE	OK
3	0.00201	0.00135	0.01205	0.00808	EXCEDE	EXCEDE
2	0.00217	0.00151	0.01302	0.00904	EXCEDE	EXCEDE
1	0.00174	0.00121	0.01046	0.00729	EXCEDE	EXCEDE

Nota. En esta tabla se indica la verificación de las derivas máximas según lo establecido en la norma donde se observa que las derivas superan el límite permitido para sistemas aporticados de 0.007.

4.7 Análisis sísmico según la norma E.030(2018)

4.7.1 Análisis estático

Conociendo el peso de la estructura y definido los parámetros según la norma, calcularemos la cortante basal y la distribución de fuerzas equivalentes en la altura.

Tabla 36

Cortante basal en la dirección X y Y

Dirección X			Dirección Y				
	Z	0.25		Z	0.25		
	U	1		U	1		
	S	1.2		S	1.2		
	Tp	0.6		Tp	0.6		
	Tl	2		Tl	2		
ETABS	Tx	0.949	ETABS	Tx	0.824		
	C	1.580		C	1.820		
	Rox			Rox			
	Ia	1		Ia	1		
	Ip	1		Ip	1		
	Rx	8		Rx	8		
	Csx	0.059		Csy	0.068		
	Kx	1.2245		Ky	1.162		
ETABS	Vbx	44.38	tnf	ETABS	Vby	51.113	tnf

Tabla 37

Distribución de fuerzas sísmicas en altura en dirección X y Y

Fuerzas Equivalentes en X										
Cortante basal	44.38									
Piso	hi(m)	hiacum(m)	Pi(Tonf)	Pi x hi	k	(Pi x hi)^k	α_i	$F_i = \alpha_i \times V_b$	Vi	
6°	2.90	17.75	88.48	1570.520	1.225	8195.118	0.214	9.491	9.491	
5°	2.90	14.85	131.73	1956.191	1.225	10723.411	0.280	12.419	21.909	
4°	2.90	11.95	131.73	1574.174	1.225	8218.469	0.214	9.518	31.427	
3°	2.90	9.05	131.73	1192.157	1.225	5847.498	0.153	6.772	38.199	
2°	2.90	6.15	131.73	810.140	1.225	3643.607	0.095	4.220	42.418	
1°	3.25	3.25	133.36	433.420	1.225	1693.928	0.044	1.962	44.380	
TOTAL						38322.031				

Nota. En estas tablas se indica el procedimiento de cálculo para obtener las fuerzas equivalentes aplicando la norma E.030(2018) en las direcciones X y Y.

4.7.2 Análisis dinámico

En el análisis dinámico, se realiza el cálculo completo utilizando los modos de vibración, el espectro de diseño ingresado y la respuesta anticipada, ambos previamente definidos en el programa.

Tabla 38

Modos de vibración

Modo	1	2	3	4	5	6
Periodo	0.949	0.824	0.793	0.307	0.266	0.253
Modo	7	8	9	10	11	12
Periodo	0.175	0.151	0.142	0.120	0.103	0.095
Modo	13	14	15	16	17	18
Periodo	0.092	0.079	0.078	0.071	0.066	0.059

Nota. La tabla muestra los modos de vibración de la estructura, con 3 modos de vibración por cada nivel de la estructura.

Tabla 39

Cortante basal dinámico en la dirección X y Y

ANÁLISIS EN X-X

Vbasal en X	44.38
-------------	-------

Piso	hi(m)	hiacum(m)	Vdinamica(TonF)	Vdinamica(TonF)
6°	2.90	17.75	6.794	7.315505899
5°	2.90	14.85	15.068	16.22461626
4°	2.90	11.95	21.652	23.31400261
3°	2.90	9.05	26.856	28.91746047
2°	2.90	6.15	30.741	33.10067219
1°	3.25	3.25	32.973	35.504

Vbasal en Y	51.113
-------------	--------

Piso	hi(m)	hiacum(m)	Vdinamica(TonF)	Vdinamica(TonF)
6°	2.90	17.75	8.909	-
5°	2.90	14.85	19.896	-
4°	2.90	11.95	28.849	-
3°	2.90	9.05	35.961	-
2°	2.90	6.15	41.193	-
1°	3.25	3.25	44.133	-

Nota. La cortante dinámica en la dirección X es resultado de un escalamiento según lo establecido en la norma donde indica que para estructuras regulares esta no debe ser menor que el 80% de la cortante estática.

Desplazamientos

Se calcularon desplazamientos para el caso estático y dinámico en las direcciones X-X y Y-Y.

Tabla 40

Cálculo de derivas estáticas

NIVEL	DERIVAS ETABS		CALCULO DE DERIVAS		VERIFICACIÓN	
	D. ETABS-X	D. ETABS-Y	D. Reglamento-X	D. Reglamento-Y	En X-X	En Y-Y
6	0.00067	0.00046	0.00402	0.00274	OK	OK
5	0.00122	0.00083	0.00732	0.00497	EXCEDE	OK
4	0.00169	0.00115	0.01011	0.00692	EXCEDE	OK
3	0.00201	0.00138	0.01205	0.00830	EXCEDE	EXCEDE
2	0.00217	0.00150	0.01302	0.00900	EXCEDE	EXCEDE
1	0.00174	0.00118	0.01046	0.00711	EXCEDE	EXCEDE

Tabla 41*Cálculo de derivas dinámicas*

NIVEL	DERIVAS ETABS		CALCULO DE DERIVAS		VERIFICACIÓN	
	D. ETABS-X	D. ETABS-Y	D. Reglamento-X	D. Reglamento-Y	En X-X	En Y-Y
6	0.00055	0.00033	0.00330	0.00200	OK	OK
5	0.00105	0.00062	0.00627	0.00374	OK	OK
4	0.00151	0.00090	0.00904	0.00541	EXCEDE	OK
3	0.00187	0.00112	0.01125	0.00673	EXCEDE	OK
2	0.00211	0.00126	0.01266	0.00753	EXCEDE	EXCEDE
1	0.00174	0.00101	0.01042	0.00607	EXCEDE	OK

Nota. En esta tabla se indica la verificación de las derivas máximas según lo establecido en la norma donde se observa que las derivas superan el límite permitido para sistemas aporticados de 0.007.

4.7.3 Desplazamientos, Derivas y Fuerzas Cortantes

Análisis estático con la norma E.030(2003)

En la tabla 39-42 se indican los máximos desplazamientos laterales, así como también las derivas máximas de la estructura en las direcciones X-X y Y-Y, obtenidos mediante el análisis sísmico estático con la norma E.030(2003) en el software ETABS 2016.

Tabla 42*Desplazamientos laterales de sismo estático en dirección X-X 2003*

Desplazamientos maximos laterales en X-X				
NIVEL	ETABS (mm)	DISTORSIÓN (mm)	H(mm)	Dx/H
6°	33.48	2.28	2900	0.00079
5°	31.20	4.17	2900	0.00144
4°	27.03	5.78	2900	0.00200
3°	21.24	6.93	2900	0.00239
2°	14.31	7.52	2900	0.00259
1°	6.78	6.78	3250	0.00209

Tabla 43*Derivas por sismo estático en dirección X-X 2003*

Derivas por piso en dirección X-X			
NIVEL	ETABS	DERIVAS	VERIFICACIÓN
6°	0.00079	0.00473	<0.007
5°	0.00144	0.00863	<0.007
4°	0.00200	0.01198	<0.007
3°	0.00239	0.01434	<0.007
2°	0.00259	0.01556	<0.007
1°	0.00203	0.01253	<0.007

Nota. En la tabla mostrada se indica las derivas máximas obtenidas en dirección X-X al desarrollar el análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) con el software ETABS 2016.

Tabla 44*Desplazamientos laterales de sismo estático en dirección Y-Y 2003*

Desplazamientos maximos laterales en Y-Y				
NIVEL	ETABS(mm)	DISTORSIÓN (mm)	H(mm)	Dx/H
6°	22.89	1.55	2900	0.00053
5°	21.34	2.82	2900	0.00097
4°	18.52	3.95	2900	0.00136
3°	14.57	4.76	2900	0.00164
2°	9.80	5.19	2900	0.00179
1°	4.61	4.61	3250	0.00142

Nota. En la tabla mostrada se indica los desplazamientos obtenidos en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) con el software ETABS 2016.

Tabla 45*Derivas por sismo estático en dirección Y-Y 2003*

NIVEL	ETABS	DERIVAS	VERIFICACIÓN
6°	0.00054	0.00321	<0.007
5°	0.00097	0.00584	<0.007
4°	0.00136	0.00817	<0.007
3°	0.00164	0.00986	<0.007
2°	0.00179	0.01074	<0.007
1°	0.00142	0.00852	<0.007

Nota. En la tabla mostrada se indica las derivas máximas obtenidas en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) con el software ETABS 2016.

Análisis estático con la norma E.030(2018)

En la tabla 43-46 se indican los máximos desplazamientos laterales, así como también las derivas máximas de la estructura en las direcciones X-X y Y-Y, obtenidos mediante el análisis sísmico estático con la norma E.030(2018) en el software ETABS 2016.

Tabla 46*Desplazamientos laterales de sismo estático en dirección X-X 2018*

Desplazamientos máximos laterales en X-X				
NIVEL	ETABS (mm)	DISTORSIÓN (mm)	H(mm)	Dx/H
6°	28.15	1.94	2900	0.00067
5°	26.21	3.53	2900	0.00122
4°	22.67	4.88	2900	0.00169
3°	17.78	5.82	2900	0.00201
2°	11.95	6.29	2900	0.00217
1°	5.66	5.66	3250	0.00174

Tabla 47*Derivas por sismo estático en dirección X-X 2018*

Derivas por piso en dirección X-X			
NIVEL	ETABS	DERIVAS	VERIFICACIÓN
6°	0.00050	0.00402	<0.007
5°	0.00086	0.00732	<0.007
4°	0.00118	0.01011	<0.007
3°	0.00140	0.01205	<0.007
2°	0.00151	0.01302	<0.007
1°	0.00121	0.01046	<0.007

Nota. En la tabla mostrada se indica las derivas máximas obtenidas en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2018) con el software ETABS 2016.

Tabla 48*Desplazamientos laterales de sismo estático en dirección Y-Y 2018*

Desplazamientos maximos laterales en Y-Y				
NIVEL	ETABS (mm)	DISTORSIÓN (mm)	H(mm)	Dx/H
6°	19.28	1.32	2900	0.00046
5°	17.95	2.40	2900	0.00083
4°	15.55	3.34	2900	0.00115
3°	12.21	4.01	2900	0.00138
2°	8.19	4.34	2900	0.00150
1°	3.85	3.85	3250	0.00118

Nota. En la tabla mostrada se indica los desplazamientos obtenidos en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2018) con el software ETABS 2016.

Tabla 49*Derivas por sismo estático en dirección Y-Y 2018*

Derivas por piso en dirección Y-Y			
NIVEL	ETABS	DERIVAS	VERIFICACIÓN
6°	0.00046	0.00274	<0.007
5°	0.00083	0.00497	<0.007
4°	0.00115	0.00692	<0.007
3°	0.00138	0.00830	<0.007
2°	0.00150	0.00900	<0.007
1°	0.00119	0.00711	<0.007

Nota. En la tabla mostrada se indica las derivas máximas obtenidas en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2018) con el software ETABS 2016.

Tabla 50*Cortante basal del análisis estático*

<u>Fuerza cortante basal estático-Sismo X-X(2003)</u>	
Vbe	53.256
<u>Fuerza cortante basal estático-Sismo X-X(2018)</u>	
Vbe	44.38
<u>Fuerza cortante basal estático-Sismo Y-Y(2003)</u>	
Vbe	61.335
<u>Fuerza cortante basal estático-Sismo Y-Y(2018)</u>	
Vbe	51.113

Nota. En la tabla mostrada se indica la cortante basal estática en dirección X-X y Y-Y al desarrollar el análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003 y 2018) con el software ETABS 2016.

En los cuadros 48 y 49 se muestra la variación de la fuerza cortante en altura de las direcciones X-X y -Y-Y, obtenidas mediante el análisis sísmico estático de la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018.

Tabla 51*Variación de la fuerza cortante en altura aplicando la norma E.030(2003)*

Variación de cortante en altura sismo X-X 2003			Variación de cortante en altura sismo Y-Y 2003		
	Vacum	Var. Cortante		Vacum	Var. Cortante
	11.901	11.901		13.304	13.304
6°	11.901		6°	13.304	
	26.303	14.402		29.607	16.303
5°	26.303		5°	29.607	
	37.491	11.188		42.468	12.861
4°	37.491		4°	42.468	
	45.591	8.1		51.963	9.495
3°	45.591		3°	51.963	
	50.762	5.171		58.192	6.229
2°	50.762		2°	58.192	
	53.256	2.494		61.335	3.143
1°	53.256		1°	61.335	

Tabla 52*Variación de la fuerza cortante en altura aplicando la norma E.030(2018)*

Variación de cortante en altura sismo X-X 2003			Variación de cortante en altura sismo Y-Y 2018		
	Vacum	Var. Cortante		Vacum	Var. Cortante
	10.175	10.175		11.422	11.422
6°	10.175		6°	11.422	
	22.352	12.177		25.244	13.822
5°	22.352		5°	25.244	
	31.685	9.333		35.982	10.738
4°	31.685		4°	35.982	
	38.325	6.64		43.756	7.774
3°	38.325		3°	43.756	
	42.462	4.137		48.718	4.962
2°	42.462		2°	48.718	
	44.38	1.918		51.113	2.395
1°	44.38		1°	51.113	

Análisis dinámico con la norma E.030(2003)

En la tabla 50-53 se indican los máximos desplazamientos laterales, así como también las derivas máximas de la estructura en las direcciones X-X y Y-Y, obtenidos mediante el análisis sísmico dinámico con la norma E.030(2003) en el software ETABS 2016.

Tabla 53

Desplazamientos laterales de sismo dinámico en dirección X-X 2003

Desplazamientos máximos laterales en X-X				
NIVEL	ETABS (mm)	DISTORSIÓN (mm)	H(mm)	Dx/H
6°	31.44	1.91	2900	0.00066
5°	29.52	3.63	2900	0.00125
4°	25.88	5.24	2900	0.00181
3°	20.64	6.52	2900	0.00225
2°	14.11	7.34	2900	0.00253
1°	6.77	6.77	3250	0.00208

Nota. En la tabla mostrada se indica los desplazamientos obtenidos en dirección X-X al desarrollar el análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) con el software ETABS 2016.

Tabla 54

Derivas por sismo dinámico en dirección X-X 2003

Derivas por piso en dirección X-X			
NIVEL	ETABS	DERIVAS	VERIFICACIÓN
6°	0.00077	0.00402	<0.007
5°	0.00142	0.00732	<0.007
4°	0.00200	0.01011	<0.007
3°	0.00245	0.01205	<0.007
2°	0.00273	0.01302	<0.007
1°	0.00213	0.01046	<0.007

Nota: En la tabla mostrada se indica las derivas máximas obtenidas en dirección X-X al desarrollar el análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) con el software ETABS 2016.

Tabla 55*Desplazamientos laterales de sismo dinámico en dirección Y-Y 2003*

Desplazamientos máximos laterales en Y-Y				
NIVEL	ETABS (mm)	DISTORSIÓN (mm)	H(mm)	Dx/H
6°	18.69	1.16	2900	0.00040
5°	17.53	2.17	2900	0.00075
4°	15.35	3.13	2900	0.00108
3°	12.22	3.90	2900	0.00135
2°	8.31	4.36	2900	0.00151
1°	3.94	3.94	3250	0.00121

Nota. En la tabla mostrada se indica los desplazamientos obtenidos en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) con el software ETABS 2016.

Tabla 56*Derivas por sismo estático en dirección Y-Y 2003*

Derivas por piso en dirección Y-Y			
NIVEL	ETABS	DERIVAS	VERIFICACIÓN
6°	0.00043	0.00240	<0.007
5°	0.00078	0.00450	<0.007
4°	0.00111	0.00649	<0.007
3°	0.00136	0.00808	<0.007
2°	0.00151	0.00904	<0.007
1°	0.00122	0.00729	<0.007

Nota. En la tabla mostrada se indica las derivas máximas obtenidas en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003) con el software ETABS 2016.

Análisis dinámico con la norma E.030(2018)

En la tabla 54-57 se indican los máximos desplazamientos laterales, así como también las derivas máximas de la estructura en las direcciones X-X y Y-Y, obtenidos mediante el análisis sísmico dinámico con la norma E.030(2018) en el software ETABS 2016.

Tabla 57

Desplazamientos laterales de sismo dinámico en dirección X-X 2018

Desplazamientos máximos laterales en X-X				
NIVEL	ETABS (mm)	DISTORSIÓN (mm)	H(mm)	Dx/H
6°	26.19	1.59	2900	0.00055
5°	24.59	3.03	2900	0.00105
4°	21.56	4.36	2900	0.00151
3°	17.19	5.43	2900	0.00187
2°	11.76	6.11	2900	0.00211
1°	5.64	5.64	3250	0.00174

Nota. En la tabla mostrada se indica los desplazamientos obtenidos en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2018) con el software ETABS 2016.

Tabla 58

Derivas por sismo dinámico en dirección X-X 2018

Derivas por piso en dirección X-X			
NIVEL	ETABS	DERIVAS	VERIFICACIÓN
6°	0.00064	0.00330	<0.007
5°	0.00119	0.00627	<0.007
4°	0.00167	0.00904	<0.007
3°	0.00204	0.01125	<0.007
2°	0.00228	0.01266	<0.007
1°	0.00178	0.01042	<0.007

Nota. En la tabla mostrada se indica las derivas máximas obtenidas en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2018) con el software ETABS 2016.

Tabla 59*Desplazamientos laterales de sismo dinámico en dirección Y-Y 2018*

Desplazamientos máximos laterales en Y-Y				
NIVEL	ETABS (mm)	DISTORSIÓN (mm)	H(mm)	Dx/H
6°	15.56	0.96	2900	0.00033
5°	14.60	1.80	2900	0.00062
4°	12.79	2.61	2900	0.00090
3°	10.18	3.25	2900	0.00112
2°	6.92	3.63	2900	0.00126
1°	3.28	3.28	3250	0.00101

Nota. En la tabla mostrada se indica los desplazamientos obtenidos en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2018) con el software ETABS 2016.

Tabla 60*Derivas por sismo dinámico en dirección Y-Y 2018*

Derivas por piso en dirección Y-Y			
NIVEL	ETABS	DERIVAS	VERIFICACIÓN
6°	0.00035	0.00200	<0.007
5°	0.00065	0.00374	<0.007
4°	0.00092	0.00541	<0.007
3°	0.00113	0.00673	<0.007
2°	0.00126	0.00753	<0.007
1°	0.00101	0.00607	<0.007

Nota: En la tabla mostrada se indica las derivas máximas obtenidas en dirección Y-Y al desarrollar el análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2018) con el software ETABS 2016.

Tabla 61*Cortante basal del análisis dinámico*

Fuerza cortante basal dinámico-Sismo X-X(2003)	
Vbd	42.606
Fuerza cortante basal dinámico-Sismo X-X(2018)	
Vbd	35.506
Fuerza cortante basal dinámico-Sismo Y-Y(2003)	
Vbd	52.977
Fuerza cortante basal dinámico-Sismo Y-Y(2018)	
Vbd	44.133

Nota. En la tabla mostrada se indica la cortante basal estática en dirección X-X y Y-Y al desarrollar el análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de 6 niveles empleando la norma E.030(2003 y 2018) con el software ETABS 2016.

En los cuadros 59 y 60 se muestra la variación de la fuerza cortante en altura de las direcciones X-X y -Y-Y, obtenidas mediante el análisis sísmico dinámico de la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018.

Tabla 62*Variación de la fuerza cortante en altura aplicando la norma E.030(2003)*

Variación de cortante en altura sismo dinámico X-X 2003			Variación de cortante en altura sismo dinámico X-X 2018		
	Vacum	Var. Cortante		Vacum	Var. Cortante
	8.777	8.777		7.316	7.316
6°	8.777		6°	7.316	
	19.467	10.69		16.225	8.909
5°	19.467		5°	16.225	
	27.977	8.51		23.315	7.09
4°	27.977		4°	23.315	
	34.702	6.725		28.919	5.604
3°	34.702		3°	28.919	
	39.723	5.021		33.103	4.184
2°	39.723		2°	33.103	
	42.606	2.883		35.506	2.403
1°	42.606		1°	35.506	

Tabla 63*Variación de la fuerza cortante en altura aplicando la norma E.030(2018)*

Variación de cortante en altura sismo dinámico Y-Y 2003			Variación de cortante en altura sismo dinámico Y-Y 2018		
	Vacum	Var. Cortante		Vacum	Var. Cortante
	10.692	10.692		8.909	8.909
6°	10.692		6°	8.909	
	23.882	13.19		19.896	10.987
5°	23.882		5°	19.896	
	34.63	10.748		28.849	8.953
4°	34.63		4°	28.849	
	43.169	8.539		35.961	7.112
3°	43.169		3°	35.961	
	49.449	6.28		41.193	5.232
2°	49.449		2°	41.193	
	52.977	3.528		44.133	2.94
1°	52.977		1°	44.133	

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación

En las siguientes tablas y gráficos correspondiente a este capítulo se darán a conocer todo lo correspondiente al análisis sísmico estático - dinámico en donde se demuestra que los resultados obtenidos por la norma E.030(2003) son mayores que los obtenidos por la norma E.030(2018).

En el análisis e interpretación de resultados se obtuvo una variación en el factor Z cuyo valor cambia de acuerdo al peligro sísmico que pueda presentar la edificación, según la norma E.030(2003) el valor del factor de zona es de 0.25 mientras que en la norma E.030(2018) es de 0.30, de este modo se presentará un incremento en la cortante basal de la estructura analizada.

Por otro lado, la variación en el periodo de vibración que aplica para ambas normas propuestas es del 13.17%, siendo mayor el periodo en la dirección X-X, lo cual influye inversamente en el factor de amplificación sísmica donde la variación es mayor en la dirección Y-Y con un 15.17%, esta misma variación se presenta en el valor del coeficiente sísmico. Otro factor influyente para el cálculo de la distribución de la fuerza sísmica en altura es el exponente “k” cuya variación es un 5.10% mayor en la dirección X-X, este exponente está relacionado con el periodo fundamental de vibración y será usado el caso donde los periodos de vibración son mayores a 0.5s.

Concluido con la asignación de los parámetros de diseño calculamos nuestras cortantes basales para el caso estático y dinámico en las direcciones X-X y Y-Y, para de esa manera determinar el sistema estructural empleado obteniendo que el 100% de la fuerza cortante basal actúa sobre las columnas, concluyendo que nuestra estructura es un sistema estructural aporticado.

En el caso dinámico se tuvo que hacer un escalamiento al cortante basal en la dirección X-X puesto que la norma indica que el cortante dinámico debe ser mayor que el 80% del cortante estático, aplicando la norma E.030(2018) obtuvimos un cortante basal estático de 44.38Tonf y un cortante basal dinámico de 32.973Tonf obteniendo un factor de escalamiento de 1.0767; para la norma E.030(2003) obtuvimos un cortante basal estático de 53.26Tonf y un cortante basal dinámico de 39.58Tonf obteniendo un factor de escalamiento de 1.0763.

Tabla 64

Cortante dinámica con escalamiento en dirección X-X E.030(2003)

Piso	hi(m)	hiacum(m)	Vdinámica(TonF)	Vdinámica(TonF)	
6°	2.90	17.75	8.154	8.776	SI NECESITA ESCALAMIENTO
5°	2.90	14.85	18.086	19.466	
4°	2.90	11.95	25.992	27.976	
3°	2.90	9.05	32.24	34.701	Fe= 1.076
2°	2.90	6.15	36.904	39.721	
1°	3.25	3.25	39.583	42.604	

Nota. Cortante dinámico con escalamiento con un factor de escalamiento igual a 0.8(Cve/Cvd)

Tabla 65

Cortante dinámica con escalamiento en dirección X-X E.030(2018)

Piso	hi(m)	hiacum(m)	Vdinámica(TonF)	Vdinámica(TonF)	
6°	2.90	17.75	6.794	7.315	SI NECESITA ESCALAMIENTO
5°	2.90	14.85	15.068	16.224	
4°	2.90	11.95	21.652	23.314	
3°	2.90	9.05	26.856	28.917	
2°	2.90	6.15	30.741	33.100	Fe= 1.07676
1°	3.25	3.25	32.973	35.504	

Nota. Cortante dinámico con escalamiento con un factor de escalamiento igual a 0.8(Cve/Cvd)

En otro caso, según Tacuche (2019), en su tesis se menciona las comparaciones del análisis estructural de un sistema de concreto armado aplicando las normas E.030(2006) y la E.030(2018), sus resultados indican que la norma E.030(2018) tiene mayor incidencia y es más conservadora que la norma E.030(2006), puesto que los valores de los parámetros para el diseño sismorresistente son diferentes influyendo directamente en el cálculo de la cortante basal de la estructura, derivas y desplazamientos.

Según Arévalo (2014), en su tesis donde realiza el análisis sísmico estático – dinámico empleando la norma E.030(2003) y E.030(2014) de una vivienda multifamiliar con muros estructurales, la variación porcentual de los resultados de la cortante basal es igual al 16.67%, predominando la norma E.030(2003); en el caso de las derivas y desplazamientos se obtuvo variaciones que oscilan entre el 14 y 17%, en todos los casos los valores más altos se obtienen de la norma E.030(2003), también verificó la fuerza cortante dinámica mínima en donde se llegó a demostrar que en ambas normas y direcciones la cortante dinámica no necesita escalamiento por lo que esta es mayor que el 80% de la cortante basal estática. Por último, los resultados obtenidos en la aplicación de la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018 están dentro de los requerimientos establecidos en la misma. De todo eso concluye que aplicando la norma E.030(2014) podría realizar acortamientos en las dimensiones de algunos elementos estructurales haciendo la estructura más flexible, pero en ningún caso sobrepasar los límites requeridos en la norma

Nuestra tesis tiene como finalidad realizar un estudio estático – dinámico de la estructura de una vivienda multifamiliar de seis pisos para establecer diferencias entre los resultados obtenidos por la norma E.030(2003) y la norma E0.30(2018). Revisado los resultados y las fuentes empleadas nuestra tesis presenta variaciones similares a las de Arévalo en donde los resultados obtenidos por la norma actual eran mayores que los resultados de la norma del año 2003.

5.1.1 Análisis Sísmico Estático

En la siguiente tabla y grafico se indican las variaciones porcentuales respecto a los desplazamientos en dirección X-X del análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación máxima del 16.59% y mínima de 15.92% en los desplazamientos de los centros de masa, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018).

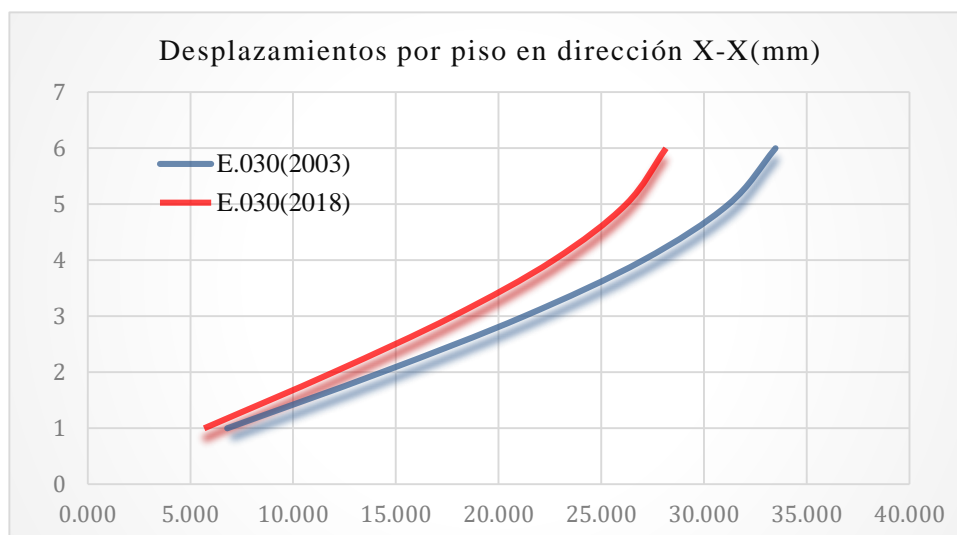
Tabla 66

Desplazamientos en X-X por sismo estático según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018

Nivel	Desplazamiento Sismo Estático en X-X	Desplazamiento Sismo Estático en X-X	Variación (%)
	E.030(2003)	E.030(2018)	
6	33.48	28.15	15.92 %
5	31.20	26.21	16.00 %
4	27.03	22.67	16.13 %
3	21.24	17.78	16.28 %
2	14.31	11.95	16.45 %
1	6.78	5.66	16.59 %

Gráfico 1

Desplazamientos estáticos por piso en dirección X-X



En la siguiente tabla y grafico se indican las variaciones porcentuales respecto a los desplazamientos en dirección Y-Y del análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación máxima del 16.56% y mínima de 15.79% en los desplazamientos de los centros de masa, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018).

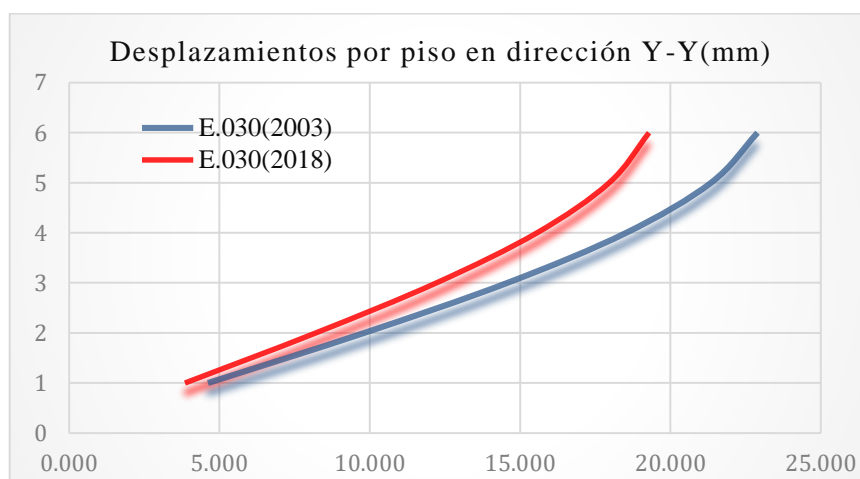
Tabla 67

Desplazamientos en Y-Y por sismo estático según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018

Nivel	Desplazamiento Sismo Estático en Y-Y	Desplazamiento Sismo Estático en Y-Y	Variación (%)
	E.030(2003)	E.030(2018)	
6	22.89	19.28	15.79 %
5	21.34	17.95	15.87 %
4	18.52	15.55	16.02 %
3	14.57	12.21	16.20 %
2	9.80	8.19	16.40 %
1	4.61	3.85	16.56 %

Gráfico 2

Desplazamientos estáticos por piso en dirección Y-Y



En la siguiente tabla y gráfico se indican las variaciones porcentuales respecto a las derivas máximas obtenidas en dirección X-X del análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación máxima del 16.59% y mínima de 14.86%, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018), existiendo una variación porcentual igual que la variación de los desplazamientos en el primer nivel.

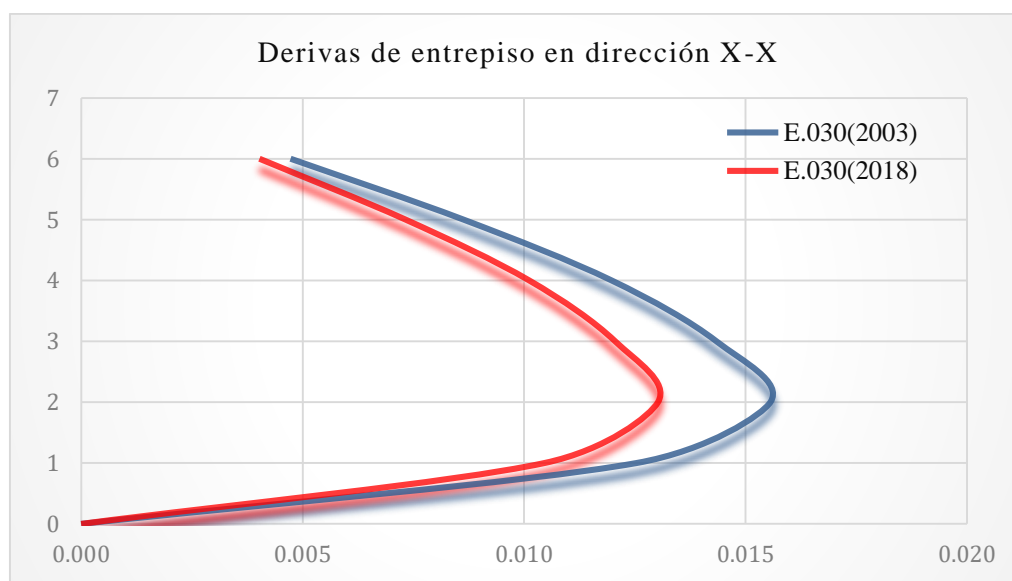
Tabla 68

Derivas máximas por sismo estático en X-X según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018.

Nivel	Derivas de Sismo Estático en X-X E.030(2003)	Derivas de Sismo Estático en X-X E.030(2018)	Variación (%)
6	0.005	0.0040	14.86 %
5	0.009	0.0073	15.16 %
4	0.012	0.0101	15.55 %
3	0.014	0.0121	15.95 %
2	0.016	0.0130	16.32 %
1	0.013	0.0105	16.59 %

Gráfico 3

Derivas estáticas de entrepiso en dirección X-X



En la siguiente tabla y grafico se indican las variaciones porcentuales respecto a las derivas máximas obtenidas en dirección Y-Y del análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación máxima del 16.56% y mínima de 14.56%, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018), existiendo una variación porcentual igual que la variación de los desplazamientos en el primer nivel.

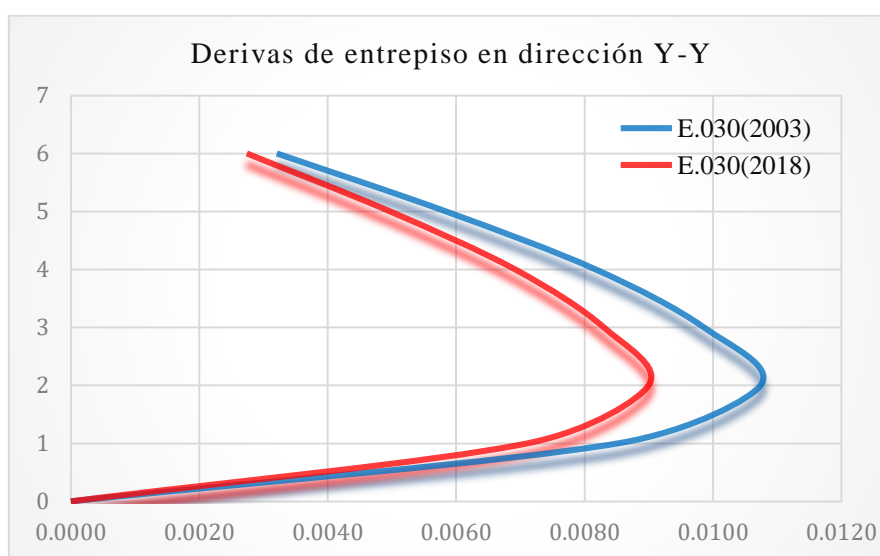
Tabla 69

Derivas máximas en Y-Y por sismo estático según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018

Nivel	Derivas de Sismo Estático en Y-Y E.030(2003)	Derivas de Sismo Estático en Y-Y E.030(2018)	Variación (%)
6	0.0032	0.0027	14.56 %
5	0.0058	0.0050	14.90 %
4	0.0082	0.0069	15.35 %
3	0.0099	0.0083	15.81 %
2	0.0107	0.0090	16.25 %
1	0.0085	0.0071	16.56 %

Gráfico 4

Derivas estáticas de entrepiso en dirección Y-Y



La siguiente tabla y gráfico se indican las variaciones porcentuales respecto a las fuerzas cortantes obtenidas en dirección X-X del análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación máxima del 16.67% y mínima de 14.50%, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018), resaltando que la fuerza cortante del primer nivel es la cortante basal.

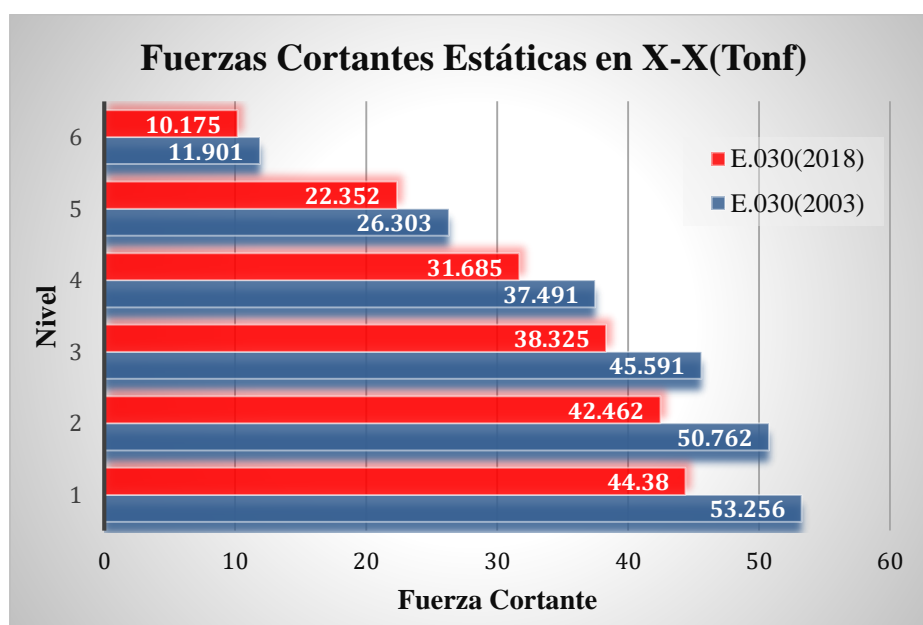
Tabla 70

Fuerzas cortantes estáticas por niveles en dirección X-X.

Nivel	Fuerza Cortante Estática en X-X	Fuerza Cortante Estática en X-X	Variación (%)
	E.030(2003)	E.030(2018)	
6	11.901	10.175	14.50 %
5	26.303	22.352	15.02 %
4	37.491	31.685	15.49 %
3	45.591	38.325	15.94 %
2	50.762	42.462	16.35 %
1	53.256	44.38	16.67 %

Gráfico 5

Variación de fuerzas cortantes estáticas por niveles en dirección X-X



La siguiente tabla y gráfico se indican las variaciones porcentuales respecto a las fuerzas cortantes obtenidas en dirección Y-Y del análisis sísmico estático de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación máxima del 16.67% y mínima de 14.15%, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018), resaltando que la fuerza cortante del primer nivel es la cortante basal.

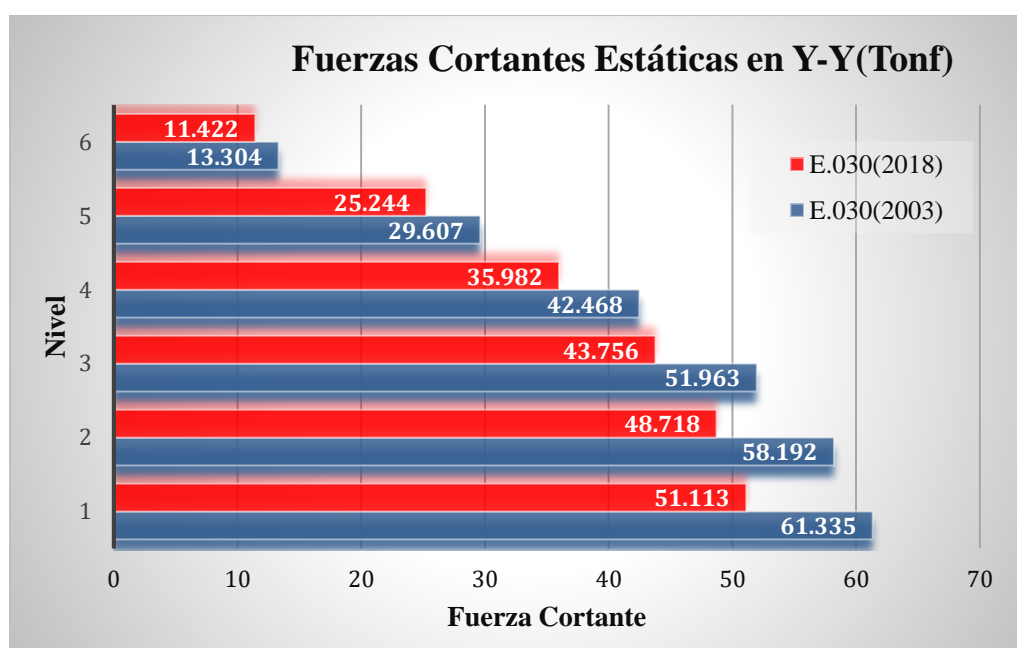
Tabla 71

Fuerzas cortantes estáticas por niveles en dirección Y-Y

Nivel	Fuerza Cortante Estática en Y-Y E.030(2003)	Fuerza Cortante Estática en Y-Y E.030(2018)	Variación (%)
6	13.304	11.422	14.15 %
5	29.607	25.244	14.74 %
4	42.468	35.982	15.27 %
3	51.963	43.756	15.79 %
2	58.192	48.718	16.28 %
1	61.335	51.113	16.67 %

Gráfico 6

Variación de fuerzas cortantes estáticas por niveles en dirección Y-Y



5.1.2 Análisis Sísmico Dinámico

En la siguiente tabla y grafico se indican las variaciones porcentuales respecto a los desplazamientos en dirección X-X del análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación constante del 16.70% para todos los niveles en los desplazamientos de los centros de masa, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018).

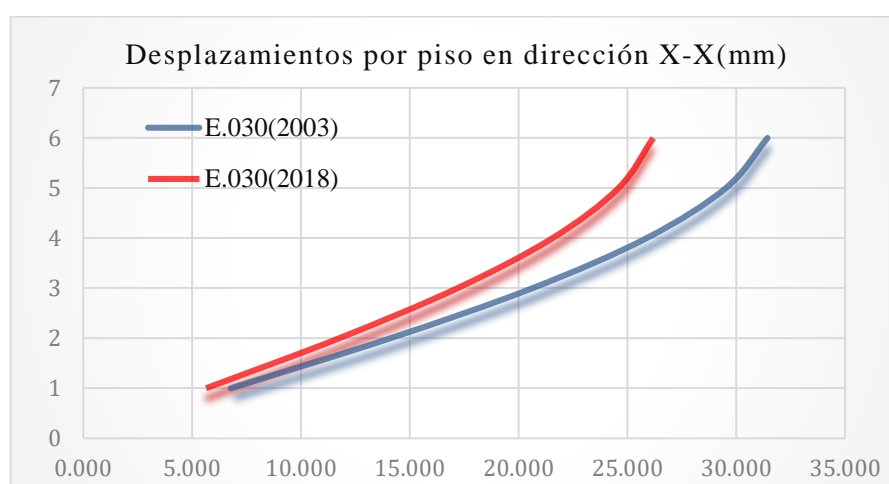
Tabla 72

Desplazamientos en X-X por sismo dinámico según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018

Nivel	Desplazamiento Sismo Dinámico en X-X	Desplazamiento Sismo Dinámico en X-X	Variación (%)
	E.030(2003)	E.030(2018)	
6	31.440	26.191	16.70 %
5	29.527	24.597	16.70 %
4	25.889	21.566	16.70 %
3	20.646	17.198	16.70 %
2	14.120	11.762	16.70 %
1	6.775	5.644	16.70 %

Gráfico 7

Desplazamientos dinámicos por piso en dirección X-X



En la siguiente tabla y grafico se indican las variaciones porcentuales respecto a los desplazamientos en dirección Y-Y del análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación constante del 16.70% para todos los niveles en los desplazamientos de los centros de masa, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018).

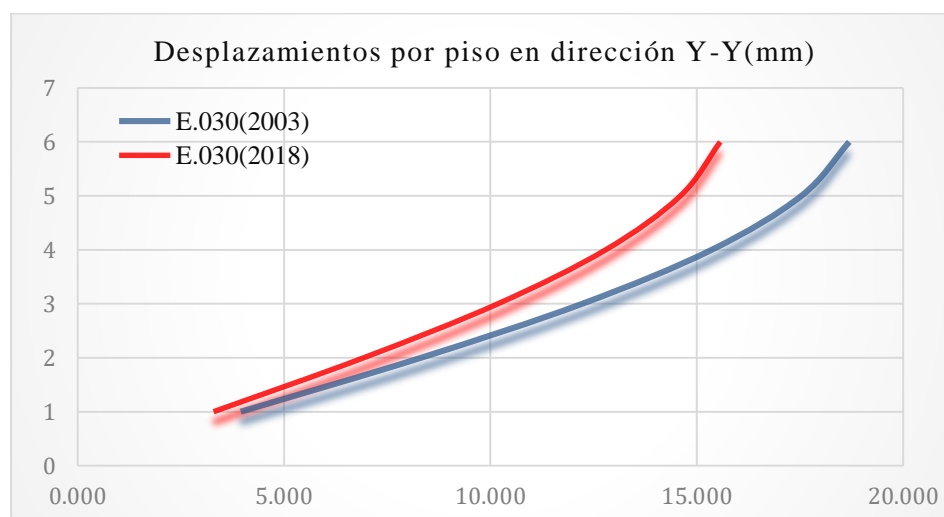
Tabla 73

Desplazamientos en Y-Y por sismo dinámico según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018

Nivel	Desplazamiento Sismo Dinámico en Y-Y	Desplazamiento Sismo Dinámico en Y-Y	Variación (%)
	E.030(2003)	E.030(2018)	
6	18.69	15.57	16.70 %
5	17.53	14.60	16.70 %
4	15.35	12.79	16.70 %
3	12.22	10.18	16.70 %
2	8.31	6.92	16.70 %
1	3.94	3.28	16.70 %

Gráfico 8

Desplazamientos dinámicos por piso en dirección Y-Y



En la siguiente tabla y grafico se indican las variaciones porcentuales respecto a las derivas máximas obtenidas en dirección X-X del análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación máxima del 18.07% y mínima de 0.34%, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018).

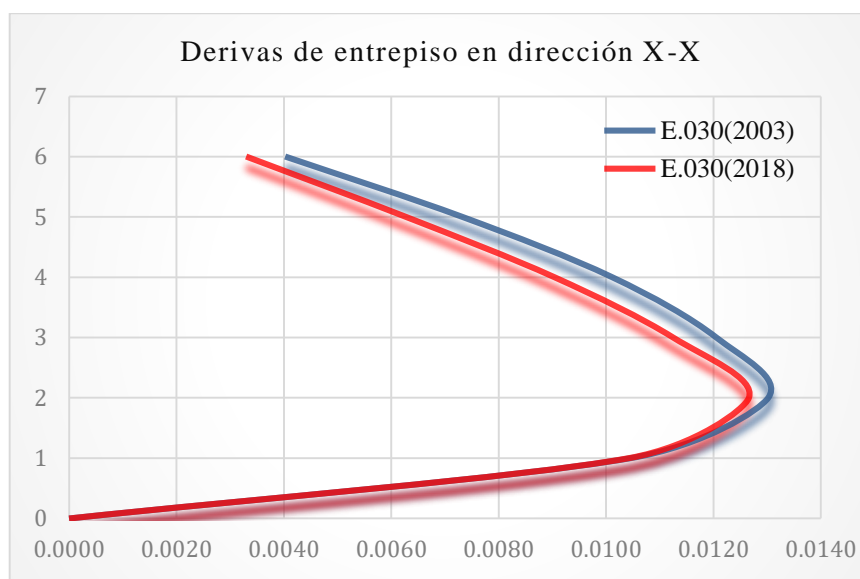
Tabla 74

Derivas máximas por sismo dinámico en X-X según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018

Nivel	Derivas de Sismo Dinámico en X-X	Derivas de Sismo Dinámico en X-X	Variación (%)
	E.030(2003)	E.030(2018)	
6	0.0040	0.0033	18.07 %
5	0.0073	0.0063	14.36 %
4	0.0101	0.0090	10.65 %
3	0.0121	0.0112	6.70 %
2	0.0130	0.0127	2.79 %
1	0.0105	0.0104	0.34 %

Gráfico 9

Derivas dinámicas de entrepiso en dirección X-X



En la siguiente tabla y grafico se indican las variaciones porcentuales respecto a las derivas máximas obtenidas en dirección Y-Y del análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación máxima del 16.70% y mínima de 16.69%, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018).

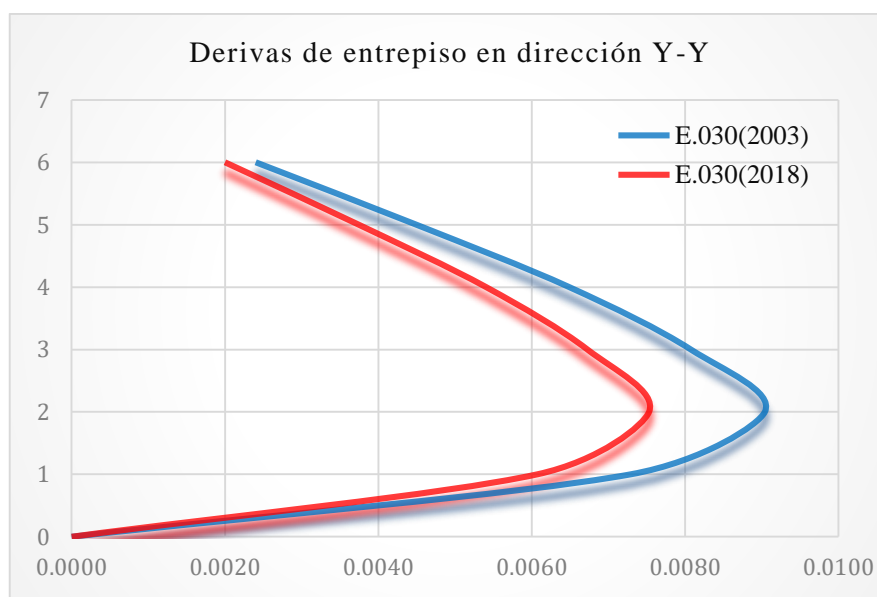
Tabla 75

Derivas máximas en Y-Y por sismo dinámico según la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018

Nivel	Derivas de Sismo Dinámico en Y-Y	Derivas de Sismo Dinámico en Y-Y	Variación (%)
	E.030(2003)	E.030(2018)	
6	0.0024	0.0020	16.69 %
5	0.0045	0.0037	16.70 %
4	0.0065	0.0054	16.70 %
3	0.0081	0.0067	16.70 %
2	0.0090	0.0075	16.70 %
1	0.0073	0.0061	16.70 %

Gráfico 10

Derivas dinámicas de entrepiso en dirección Y-Y



La siguiente tabla y gráfico se indican las variaciones porcentuales respecto a las fuerzas cortantes obtenidas en dirección X-X del análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación máxima del 16.67% y mínima de 16.65%, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018), resaltando que la fuerza cortante del primer nivel es la cortante basal.

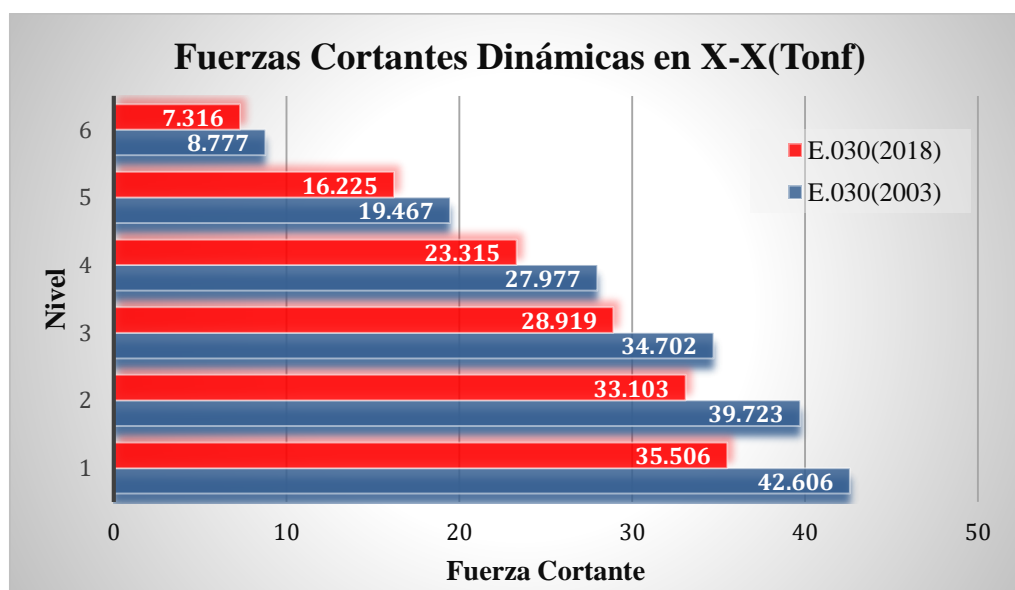
Tabla 76

Fuerzas cortantes dinámicas por niveles en dirección X-X

Nivel	Fuerza Cortante Dinámico en X-X	Fuerza Cortante Dinámico en X-X	Variación (%)
	E.030(2003)	E.030(2018)	
6	8.777	7.316	16.65 %
5	19.467	16.225	16.65 %
4	27.977	23.315	16.66 %
3	34.702	28.919	16.66 %
2	39.723	33.103	16.67 %
1	42.606	35.506	16.66 %

Gráfico 11

Variación de fuerzas cortantes dinámicas por niveles en dirección X-X



La siguiente tabla y gráfico se indican las variaciones porcentuales respecto a las fuerzas cortantes obtenidas en dirección Y-Y del análisis sísmico dinámico de la vivienda multifamiliar de seis niveles aplicando la norma E.030(2003) y la modificatoria del año 2018. Los resultados indican que existe una variación máxima del 16.70% y mínima de 16.68%, siendo menores los resultados obtenidos por la norma E.030(2018), resaltando que la fuerza cortante del primer nivel es la cortante basal.

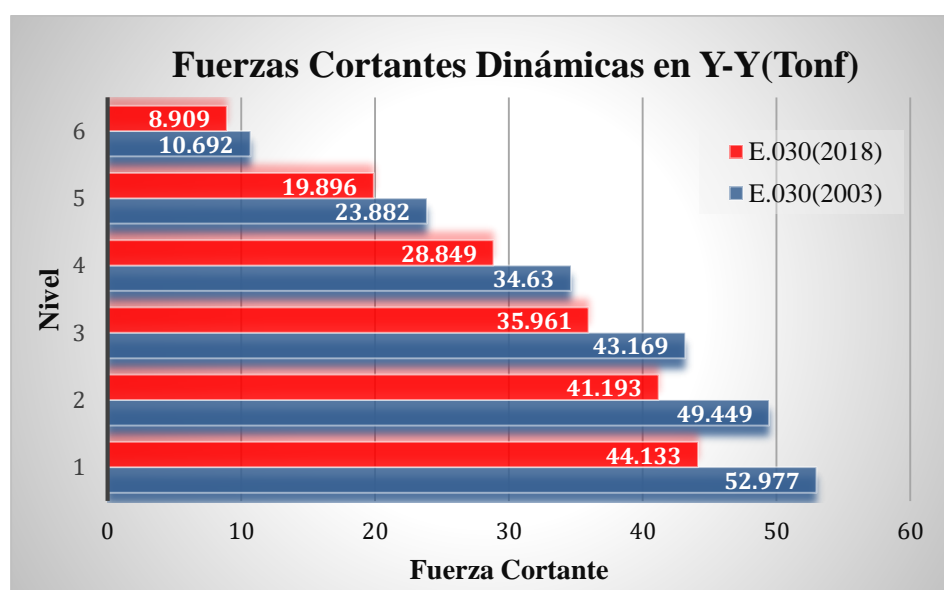
Tabla 77

Fuerzas cortantes dinámicas por niveles en dirección Y-Y

Nivel	Fuerza Cortante Dinámico en Y-Y	Fuerza Cortante Dinámico en Y-Y	Variación (%)
	E.030(2003)	E.030(2018)	
6	10.692	8.909	16.68 %
5	23.882	19.896	16.69 %
4	34.630	28.849	16.69 %
3	43.169	35.961	16.70 %
2	49.449	41.193	16.70 %
1	52.977	44.133	16.69 %

Gráfico 12

Variación de fuerzas cortantes dinámicas por niveles en dirección Y-Y



CONCLUSIONES

- Después de llevar a cabo la evaluación, se concluyó que la norma E.030 del 2018, ejerce una influencia más significativa en comparación con la normativa del año 2003, indicando así que la estructura analizada bajo la norma E.030(2018) brinda resultados más conservadores, esperando una respuesta sísmica superior en una construcción con sistema estructural aporticado.
- Se identificó las variaciones entre la norma E.030(2003) y la E.030(2018), resaltando el parámetro de zonificación puesto que en la norma E.030(2003) tiene un valor de $Z=0.30$, mientras que en la norma E.030(2018) nos da un $Z=0.25$, representando proporcionalmente al cálculo de la cortante basal. Esto indica que el peligro sísmico para la vivienda multifamiliar es menor si se aplica la norma E.030(2018), mientras que en el caso de los otros parámetros como $U=1.00$; $S=1.20$; $R=8.00$ el valor es el mismo para ambas normas.
- Al concluir el análisis sísmico de la estructura, se determinó que la cortante basal calculada según la norma E.030(2003) en dirección X-X es de 53.256Tonf, mientras que en la dirección Y-Y es de 61.335Tonf; y con la norma E.030(2018) en dirección X-X es de 44.38Tonf, y en dirección Y-Y es 51.113Tonf, presentando variaciones del 16.67%. En consecuencia es posible lograr un diseño más robusto y más económico cumpliendo con los requisitos necesarios para asegurar su resistencia sísmica.

- No se presentan variaciones en el periodo de vibración aplicando las normas E.030(2003) y la E.030(2018), pero sí existe variación de periodos en las direcciones X-X y Y-Y, obteniendo un periodo de 0.949seg para la dirección X-X y de 0.824seg en la dirección Y-Y.
- Las derivas de entrepiso máximas de sismo estático y dinámico se presentan en la dirección X-X del segundo nivel de la estructura superando el límite máximo permitido por la norma para un sistema aporticado de 0.007 necesitando una mayor rigidez, para el caso de sismo estático un valor de 0.016 según la norma E.030(2003) y de 0.013 según la norma E.030(2018) con una variación porcentual del 16.32%; para el caso de sismo dinámico un valor de 0.013 según la norma E.030(2003) y de 0.0127 según la norma E.030(2018) con una variación porcentual del 2.79% resultados considerablemente menores a los otros debido a que se hizo un escalamiento a la cortante dinámica calculada ya que no cumplía con la fuerza cortante mínima establecida en la norma.
- El sistema estructural aporticado supera los límites permitidos de desplazamientos para una vivienda multifamiliar de seis niveles, siendo los resultados obtenidos por la norma E.030(2018) menores que los obtenidos por la norma E.030(2003). Esto implica un mayor costo del proyecto por parte de la norma E.030(2003) si se quiere rigidizar la estructura puesto que las dimensiones de los elementos estructurales deben ser mayores a lo que se indica en los planos de estructuras.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo una evaluación de las estructuras aplicando la norma E.030 vigente, esto permitirá definir mejor los parámetros y coeficientes que influyen en el cálculo de las respuestas y acciones sísmicas de un sistema estructural aporticado.
- Es crucial mantenerse informado sobre las constantes actualizaciones de la norma E.030, con un especial énfasis en la aplicación de proyectos estructurales, siendo un aporte valioso conocer el impacto de estas actualizaciones en la seguridad y eficiencia de las estructuras.
- Se recomienda llevar un conocimiento detallado de las cortantes basales obtenidas durante el análisis puesto que en la norma establece límites para la cortante basal dinámica relacionándola con la cortante basal estática.
- Se recomienda verificar los periodos de vibración obtenidos evaluando si estas están dentro de un rango que permita un comportamiento adecuado frente a la acción de fuerzas sísmicas.
- Se recomienda emplear muros de corte o incrementar las dimensiones de los elementos estructurales de la edificación puesto que no todos los niveles cumplen con la deriva máxima permitida por la norma que es de 0.007 para concreto armado.
- Se recomienda participar en conferencias y programas de formación relacionados con las Normas Técnicas Peruanas y el Reglamento Nacional de Edificaciones para realizar análisis más precisos conforme a lo establecido en las normativas, este enfoque nos permite reducir el riesgo de pérdidas humanas y colapsos de edificaciones, asegurando una aplicación más efectiva de las normas y regulaciones pertinentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AllQuakes. (29 de marzo de 2024). *Últimos sismos y temblores cerca de Huánuco, Huánuco, Perú, desde 2023 - lista, mapa, estadísticas.*
<https://allquakes.com/es/lugar/6750/sismos/huanuco.html>
- Arévalo, J. y Tasilla, L. (2014). *Análisis sísmico de un edificio multifamiliar ubicado en la ciudad de Tarapoto aplicando la norma E.030 vigente y la modificatoria propuesta, 2014* [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú].
http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/980/AREVALO_TASILLA_INGCIV_TE_SIS_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Allauca, L. (2011). *Desempeño sísmico de un edificio aporticado de cinco pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones.* [Tesis de pregrado, Pontifica Universidad Católica del Perú]. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/147515>
- Barreto, O. y Samaniego, D. (2021). *Análisis sismorresistente de una edificación de seis niveles aplicando las normas e0.30-2014 y e0.30-2018 en Pueblo Libre.* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4745>
- Barrueta, J. (2019). *Análisis sísmico comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción de un edificio de viviendas multifamiliares del distrito de Surquillo.* [Tesis de pregrado, Pontifica Universidad Católica del Perú].
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/153256>
- Balestrini, M. (2008), *Como se elabora el proyecto de investigación* (7.º ed., p. 130). Caracas: BL Consultores Asociados.
https://www.academia.edu/32672800/Como_Se_Elabora_El_Proyecto_de_Investigacion_Balestrini_7ma
- Cardenas, B. y Villegas, K. (2019). *Comparación en el análisis sísmico de una estructura irregular considerando las normas e030 2003, 2016 y 2018.* [Tesis de pregrado, Pontifica Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/16394>

- Cardenas, R. (2019). *Diseño estructural de un edificio multifamiliar de seis pisos en concreto armado* [Tesis de pregrado, Pontifica Universidad Católica del Perú]. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/167961>
- Carlos, R. y Cordero, R. (2023). *Evaluación sísmica del sistema de muros de corte y disipadores viscosos para mejorar el análisis estructural y diseño sismorresistente* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/9490>
- Cristobal, A. (2023). *Influencia de la magnificación de momentos según norma e.060 en el análisis según norma E.030 en sistemas aporticados. Huánuco – 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/9218>
- Cruz, E. y Velázquez, J. (2019). *Formas, enfoques y tipos de investigación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P Presentaciones/icea/asignatura/turismo/2020/formas-tipos-investigacion.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Presentaciones/icea/asignatura/turismo/2020/formas-tipos-investigacion.pdf)
- Concha, R. y Sosa, K. (2023). *Evaluación sísmica de una vivienda multifamiliar de 5 niveles con piscina en la azotea para optimizar el diseño sismorresistente* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/8267/TPS00374A82.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dante, W. (2021). *Análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado de seis pisos con base aislada* [Tesis de pregrado, Pontifica Universidad Católica del Perú]. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/174415>
- Eche, L. y Pérez G. (2018). *Análisis del comportamiento sísmico de un edificio con muros estructurales aplicando la interacción suelo – estructura (Condominio los girasoles – Comas – Lima)* [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4081?locale-attribute=de>

- Fakera, N. (2020). *Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas aplicando los métodos FEMA 154 e italiano a fin de reducir el riesgo sísmico en el sector San Luis, distrito de Amarilis-Huánuco-2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/6066/TIC00215F18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gallardo, P. y 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* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6032>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). McGraw Hill. http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510_06_color.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Huánuco: Compendio estadístico, 2022*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4269255/Compendio%20Estad%20C3%ADstico%20C%20Hu%C3%A1nuco%202022.pdf?v=1678996168>
- Illacanchi, L. (2019). *Estudio de la relación entre el valor normativo y el valor efectivo del coeficiente de reducción de fuerza sísmica R para sistemas con predominancia de muros de corte, utilizando procedimientos de análisis estáticos no lineales* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/168812>
- Jurado, L. (2016). *“Comparación entre la Norma Ecuatoriana de la construcción 2011 y la Norma Ecuatoriana de la construcción 2015 aplicadas al análisis estructural del edificio “Manuela Sáenz” mediante el uso del programa CYPECAD”* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24177>
- Lopez, R. y Valerio, J. (2023). *Evaluación sísmica de la asimetría estructural para calcular el efecto torsional para una edificación de concreto armado de 5 niveles* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/9478/T023_73224450_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Málaga, J. (2015). *Estudio comparativo de distintas normas internacionales respecto de la aplicación de los espectros sísmicos de respuesta* [Tesis de posgrado, Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/38391/1/Tesis_master_Jose_Malaga_Cardoza.pdf
- Malpartida, J. (2023). *Comparación del código sismorresistente peruano con los países de Chile, Colombia y Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11888/Malpartida%20Iturregui%20Juan%20de%20Dios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Defensa (2018). CENEPRED, Dirección General de Programación Multianual del Sector Público. *Mapa de Zonificación de Peligro Sísmico a nivel de Provincia*. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/PCM/Mapa%20de%20calificacion%20de%20prov.%20segun%20niveles%20de%20peligro%20sismico%20-%20Peru.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2003). *E.030 Diseño Sismorresistente*. <https://www.jorgealvahurtado.com/files/N.T.E%20%20E.030-2003.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *E.030 Diseño Sismorresistente*. https://cdnweb.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *E.020 Cargas*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366640/50%20E.020%20CARGAS.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *E.060 Concreto Armado*. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>
- Municipalidad Provincial de Huánuco. (1998). *Plan director de Huánuco. Capítulo VIII: Reglamento de zonificación, habilitaciones urbanas y sistema vial*. Instituto Nacional de Desarrollo Urbano. <https://www.munihuanuco.gob.pe/intranetmunihco/archivos/Reglamento.Zonificaci%C3%B3n.Martz.pdf>
- Navarro, C. y Fernandez, J. (2011). *Desempeño sísmico de un edificio aparcado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/147053>

- Palella, S. y Martins, F. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa*. (2ª ed.). Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23578w/w23578w.pdf>
- Pérez, S. (2022). *Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón "1" de la institución Educativa San José Fe y Alegría N°40, Tacna 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2431>
- Rizabal, L. (2018). *Análisis sismorresistente comparativo entre las normas E.030 – 2016 y su predecesora aplicado en el proyecto de hospital Hermilio Valdizan en Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3496>
- Samillan, C. (2019). *Reforzamiento estructural de un edificio aporricado de concreto armado de cinco niveles mediante el uso de disipadores de energía metálicos (slb) en el distrito de Comas-Lima 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4924/TIC00183S19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Samokic, Y. (2018). *Análisis y diseño estructural comparativo de un edificio de concreto armado de diez pisos con bases fija y aislada* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/147360>
- Solorzano, J. y Tacuche, D. (2023). *Evaluación estructural mediante el análisis no lineal pushover, para establecer el grado de vulnerabilidad sísmica que presenta el centro de salud Amarilis – Huanuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8979>
- Tacuche, J. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado (dual) aplicando las normas E.030 2006 y la E.030 2018 diseño sismorresistente, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46487/Tacuche_PJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Tolentino, C. (2022). *Influencia de los aisladores sísmicos en la disipación de energía para el desempeño estructural por desplazamiento de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7940/TIC00322T68.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Trujillo, M. (2019). *Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas aplicando los métodos fema 154 e italiano a fin de reducir el riesgo sísmico en Huánuco, distrito de Huánuco – provincia y departamento de Huánuco – 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7083>
- Villegas, K. (2019). *Comparación en el análisis sísmico de una estructura irregular considerando las normas E030 2003, 2016 y 2018* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/16394/CARDENAS%20MU%c3%91OZ_VILLEGAS%20SANCHEZ_COMPARACION%20ANALISIS%20SISMICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yaringaño, K. (2021). *Diseño estructural de un edificio de seis pisos ubicado en Surquillo* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/179910>

ANEXOS

ANEXO N°01: Matriz de consistencia

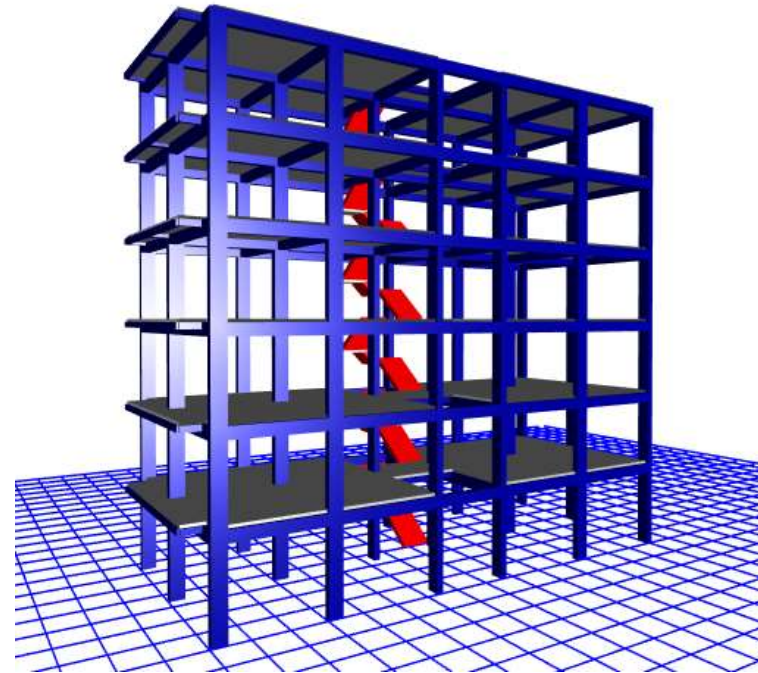
Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es la diferencia de los resultados en el análisis sísmico de un edificio multifamiliar de 6 pisos ubicado en el distrito de Amarilis - Huánuco, aplicando la norma E030 del año 2003 y la modificatoria propuesta en el año 2018?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué manera influirá el periodo de vibración del sistema estructural propuesto, para el Análisis Sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018? • ¿Qué resultados obtendremos de la fuerza cortante basal en el análisis sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018? • ¿El sistema estructural propuesto cumplirá con las derivas establecidas por la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018? 	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Comparar el análisis sísmico de un edificio multifamiliar de 6 pisos ubicado en el distrito de Amarilis - Huánuco, aplicando la norma E.030 del año 2003 y la modificatoria propuesta en el año 2018.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar el periodo de vibración del sistema estructural propuesto, para el Análisis Sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018. ▪ Obtener la fuerza cortante en la base en el análisis sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018. ▪ Identificar si el sistema estructural propuesto cumplirá con las derivas establecidas por la Norma E.030 2003 y la propuesta modificatoria del año 2018. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Análisis Sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 vigente y la del año 2003, en un mismo sistema estructural propuesto presentará variación en las respuestas y acciones sísmicas determinadas en cada caso y cumplirá los requerimientos establecidos por cada una de ellas. <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El periodo de vibración del sistema estructural propuesto está dentro de los parámetros requeridos en el Análisis Sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando la Norma E.030 vigente y la del año 2003. • La fuerza cortante en la base cumple los requerimientos establecidos en la Norma E.030 vigente y la del año 2003 en el análisis sísmico de un Edificio Multifamiliar ubicado en la ciudad de Huánuco aplicando. • El sistema estructural propuesto cumple los requerimientos establecidos por la Norma E.030 vigente y la del año 2003. 	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analisis Sísmico <p>VARIABLES INDEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Norma E.030-2003 Diseño Sismorresistente ▪ Norma E.030-2018 Diseño Sismorresistente 	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Periodo de Vibración de la Estructura • Fuerza cortante en la Base • Modos de Vibración • Derivas de entrepiso <p>VARIABLES INDEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros de Zona • Factor de Uso • Parámetro de Sitio • Factor de Reducción Sísmica • Coeficiente de Amplificación Sísmica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El tipo de investigación es cuantitativo no experimental. ▪ El nivel de investigación es descriptivo comparativo.

ANEXO N°02: Metrados

Peso de la estructura en Excel

Alturas de entrepisos		
Piso	Niveles(m)	Entre Piso(m)
1°	3.25	2.85
2°	2.90	2.50
3°	2.90	2.50
4°	2.90	2.50
5°	2.90	2.50
6°	2.90	2.50



METRADO DE COLUMNAS

		Dimensiones			Pesos Piso(Tonf)						Total(Tonf)
		Número	B(m)	D(m)	1°	2°	3°	4°	5°	6°	
C. central	C1	2	0.25	0.50	1.95	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	10.65
	C2	2	0.30	0.50	2.34	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	12.78
Perimetral	C1	13	0.25	0.50	12.68	11.31	11.31	11.31	11.31	11.31	69.23
	C2	1	0.30	0.50	1.17	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	6.39
TOTAL					18.14	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	

METRADO DE LOSA

LOSA MACIZA			
Dimensiones			
	h(m)	Área por piso(m ²)	PesoxPiso
1°	0.2	1.584375	0.7605
2°	0.2	1.584375	0.7605
3°	0.2	1.584375	0.7605
4°	0.2	1.584375	0.7605
5°	0.2	1.584375	0.7605
6°	0.2	1.584375	0.7605
TOTAL			4.563

LOSA ALIGERADA			
Dimensiones			
	h(m)	Área por piso(m ²)	PesoxPiso
1°	0.0875	124.6456	26.175576
2°	0.0875	124.6456	26.175576
3°	0.0875	124.6456	26.175576
4°	0.0875	124.6456	26.175576
5°	0.0875	124.6456	26.175576
6°	0.0875	124.6456	26.175576
TOTAL			157.053456

LOSA ALIGERADA

Peso Ladrillo			Carga Muerta		
Piso	PP(kg/m ²)	Peso(kg)	Piso	CM(kg/m ²)	Peso(kg)
1°	80	9971.648	1°	350	43625.96
2°	80	9971.648	2°	350	43625.96
3°	80	9971.648	3°	350	43625.96
4°	80	9971.648	4°	350	43625.96
5°	80	9971.648	5°	350	43625.96
6°	80	9971.648	6°	100	12464.56
		59829.888			230594.36

Carga Viva-Entrepiso			Carga Viva-Techo		
Piso	CM(kg/m ²)	Peso(kg)	Piso	CM(kg/m ²)	Peso(kg)
1°	200	24929.12	1°	-	-
2°	200	24929.12	2°	-	-
3°	200	24929.12	3°	-	-
4°	200	24929.12	4°	-	-
5°	200	24929.12	5°	-	-
6°	-	-	6°	100	12464.56
		124645.6			12464.56

LOSA MACIZA

Carga Muerta			Carga Viva-Entrepiso		
Piso	CM(kg/m ²)	Peso(kg)	Piso	CM(kg/m ²)	Peso(kg)
1°	350	554.53125	1°	250	396.09375
2°	350	554.53125	2°	250	396.09375
3°	350	554.53125	3°	250	396.09375
4°	350	554.53125	4°	250	396.09375
5°	350	554.53125	5°	250	396.09375
6°	100	158.4375	6°	-	-
		2931.09375			1980.46875

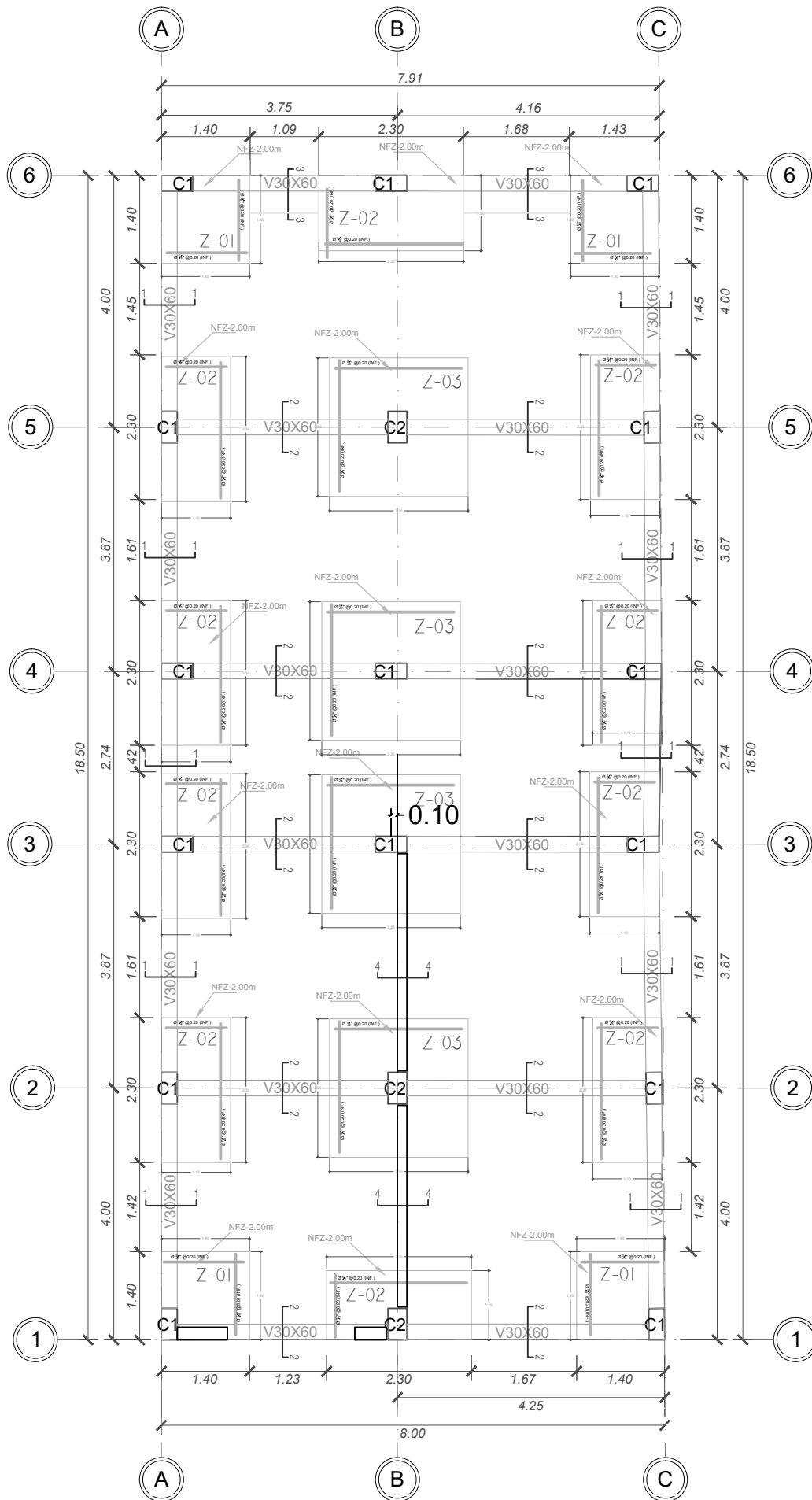
Carga Viva-Techo		
Piso	CM(kg/m ²)	Peso(kg)
1°	-	-
2°	-	-
3°	-	-
4°	-	-
5°	-	-
6°	150	237.65625
		237.65625

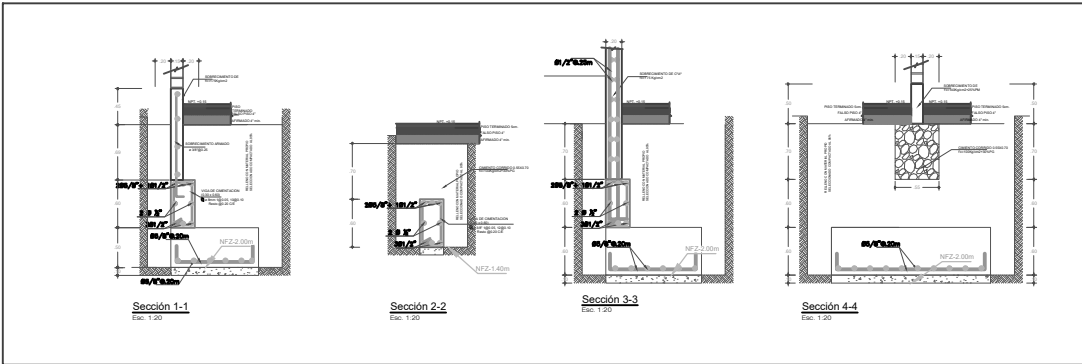
Piso	Peso Propio	Carga Muerta	Carga Viva-Entrepiso
1°	80731.24	44180.49125	6331.303438
2°	78778.24	44180.49125	6331.303438
3°	78778.24	44180.49125	6331.303438
4°	78778.24	44180.49125	6331.303438
5°	78778.24	44180.49125	6331.303438
6°	78778.24	12622.9975	-

Carga Viva-Techo	PesoxPiso(kg)	Peso Acumulado(kg)
-	131243.04	131243.04
-	129290.04	260533.08
-	129290.04	389823.12
-	129290.04	519113.15
-	129290.04	648403.19
3175.554063	94576.80	742979.99

	Peso Sísmico	742.979989	Tonf	
X-X	Cortante Basal	44.0385926	Tonf	
Y-Y	Cortante Basal	50.71920435	Tonf	2018
X-X	Coeficiente Sísmico	0.059272919		
Y-Y	Coeficiente Sísmico	0.068264563		

	Peso Sísmico	742.979989	Tonf	
X-X	Cortante Basal	52.84631112	Tonf	
Y-Y	Cortante Basal	60.86304522	Tonf	2003
X-X	Coeficiente Sísmico	0.071127503		
Y-Y	Coeficiente Sísmico	0.081917476		

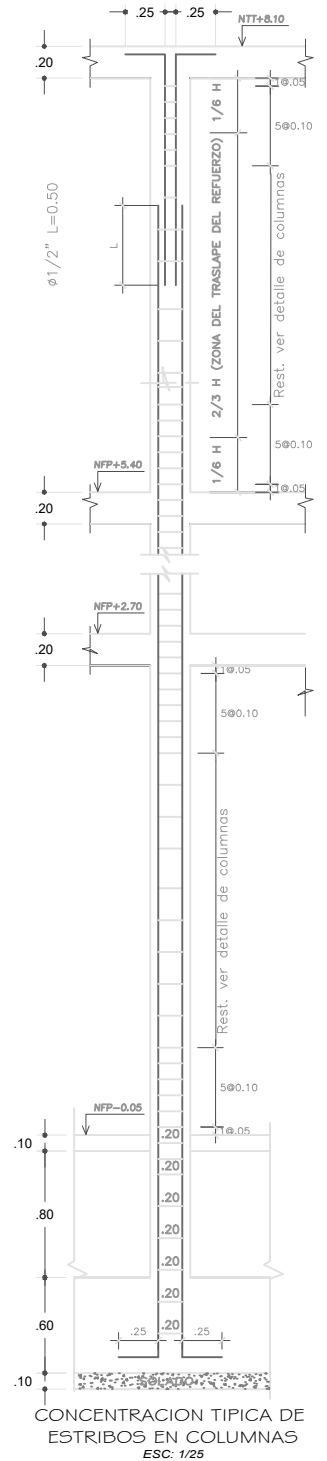




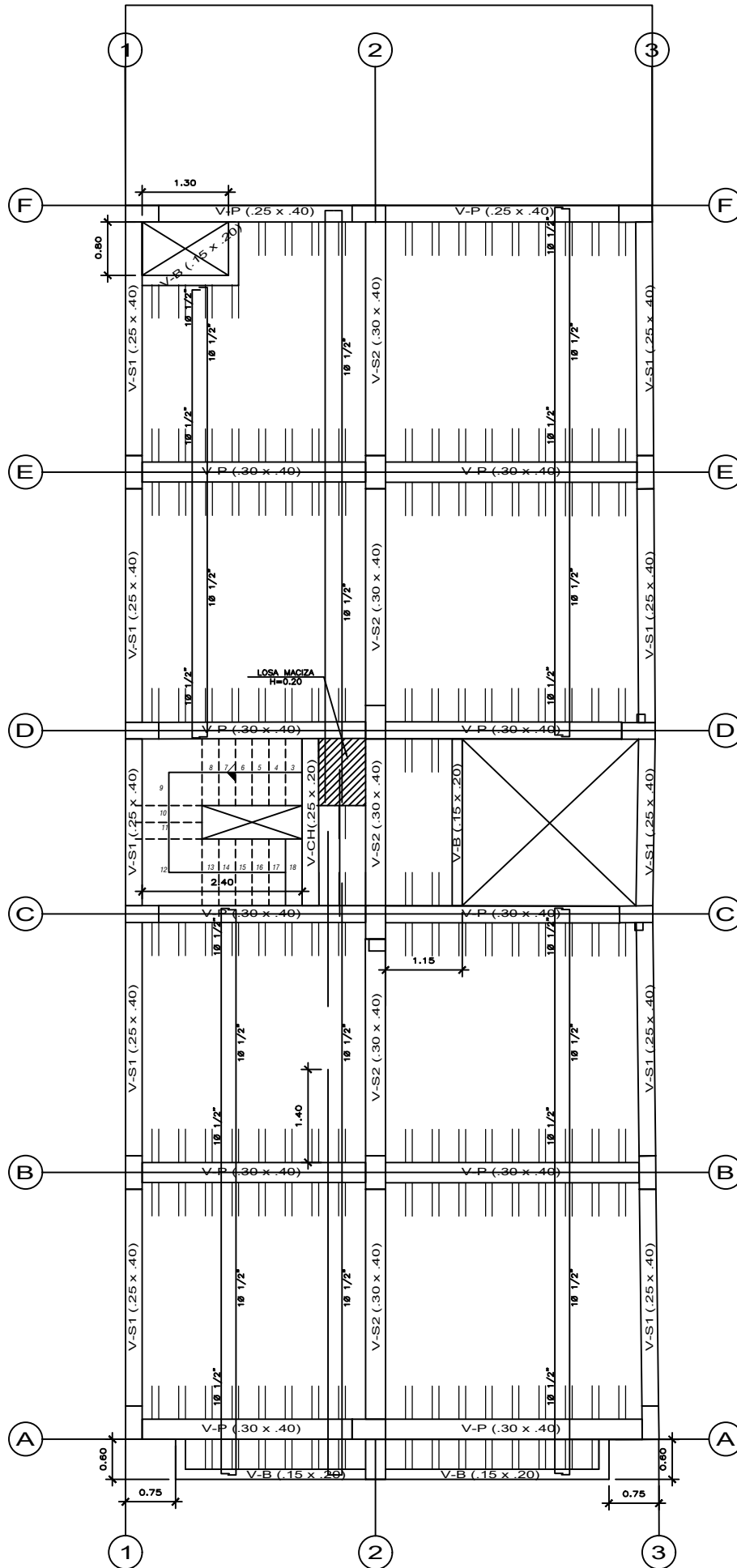
CUADRO DE COLUMNAS Y COLUMNETAS			VIGAS DE CIMENTACION	
C-1	C-2	C-3	C-4	VC-1
Longitudinal: 4Ø11*4Ø11* Extremos: Ø 2-1Ø0.5, 1Ø0.10, Rto. 9Ø20m c/c	Longitudinal: 4Ø11*4Ø11* Extremos: Ø 2-1Ø0.5, 1Ø0.10, Rto. 9Ø20m c/c	Longitudinal: 4 Ø11* Extremos: Ø 2-1Ø0.5, 4Ø0.10, Rto. 9Ø20m c/c	Longitudinal: 2Ø11* 4Ø11* Extremos: Ø 2-1Ø0.5, 4Ø0.10, Rto. 9Ø20m c/c	Longitudinal: 2Ø11* 4Ø11* Extremos: Ø 2-1Ø0.5, 4Ø0.10, Rto. 9Ø20m c/c

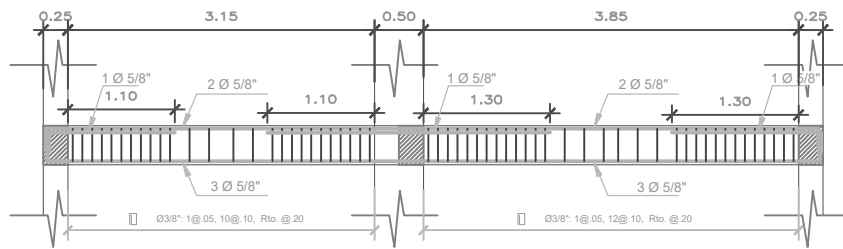
CUADRO DE ZAPATAS			
TIPO	ZAPATA (Z-01)	ZAPATA (Z-02)	ZAPATA (Z-03)
SECCIÓN			

TRASLAPES Y EMPALMES				ESTRIBOS			
Ø	LOSAS Y VIGAS (cms)	COLUMNAS (cms)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS			
6 mm	30				Ø	L	
3/8"	40	30					
1/2"	50	40					
5/8"	60	50					
3/4"	70	60					
1"	120	90	No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de la luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo.	Los empalmes "L" se ubicaron en el tercio central. No se empalmaron mas del 50% de la armadura en una misma sección.	R mín.		
					6 mm.	10 cm.	1.5 cm.
					3/8"	15 cm.	2.0 cm.

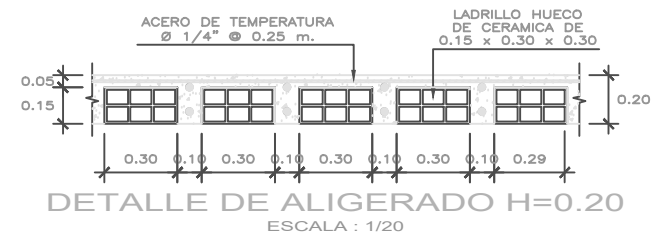


CONCENTRACION TIPICA DE ESTRIBOS EN COLUMNAS
ESC: 1/25

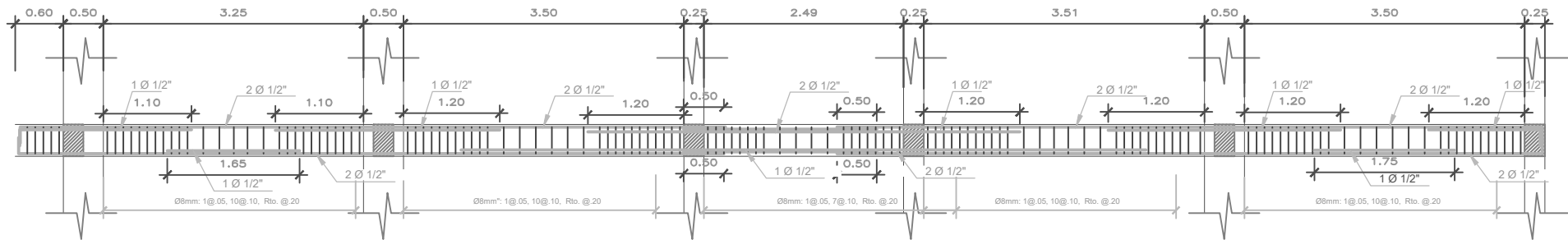




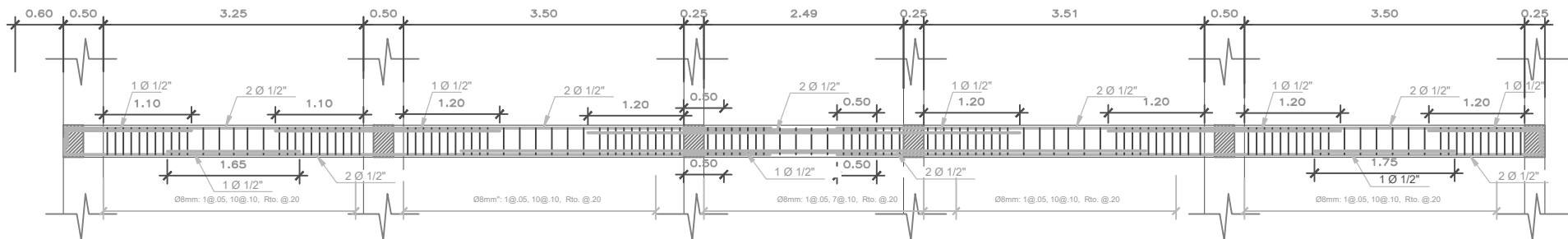
VIGAS EJE : A,B,C,D,E,F
1er NIVEL



DETALLE DE ALIGERADO H=0.20
ESCALA : 1/20



VIGAS EJE : 2
1er NIVEL

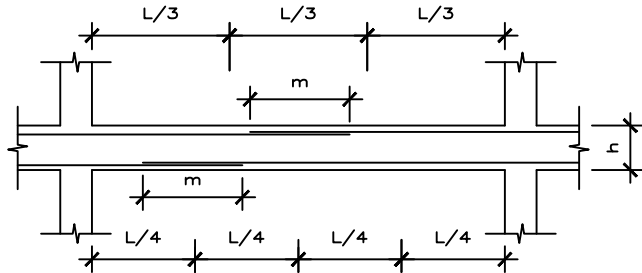


VIGAS EJE : 1, 3
1er NIVEL

TRASLAPES Y EMPALMES PARA VIGAS Y ALIGERADOS

NOTAS

- 1.- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA DE UNA MISMA SECCION
- 2.- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70 % .
- 3.- PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 CM. PARA FIERRO DE 3/8" Y 35 CM. PARA 1/2" O 5/8"

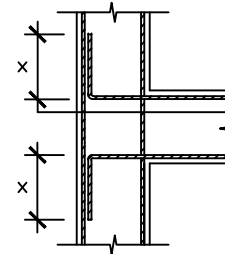
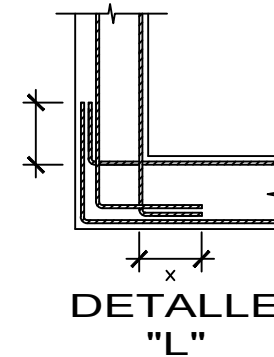
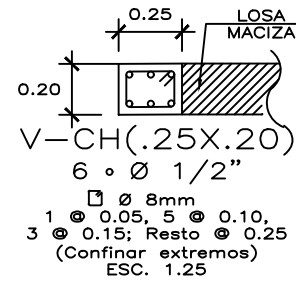
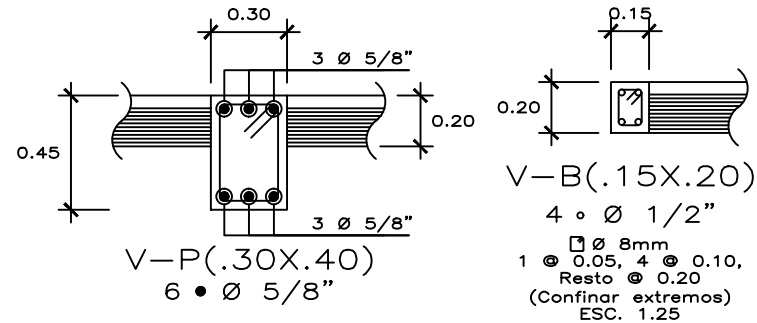
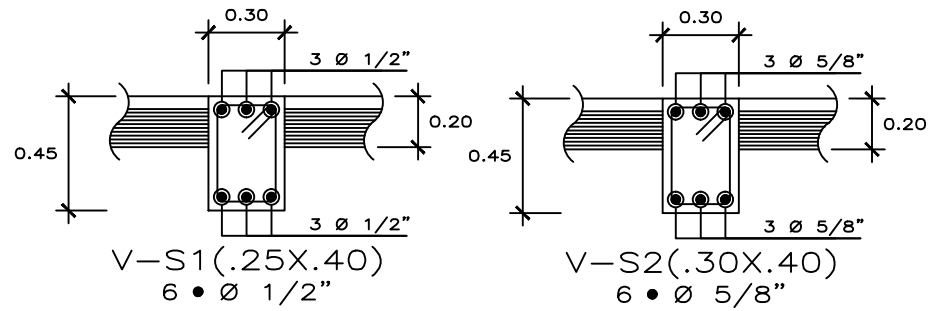


VALORES DE m

Ø	REFUERZO INFERIOR		REFUERZO SUPERIOR	
	h CUALQUIERA		h < 0.30	h > 0.30
3/8"	0.40	0.40	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.40	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.50	0.45	0.60
3/4"	0.60	0.60	0.55	0.75
1"	1.15	1.15	1.00	1.30

EMPALME VERTICAL

Ø	X	
3/8"	0.40	
1/2"	0.40	
5/8"	0.50	
3/4"	0.60	



Ø	X
3/8"	0.20
1/2"	0.25
5/8"	0.30

ANEXO N°04: Nota Biográfica

NOTA BIOGRÁFICA



Bachiller en ingeniería civil Luis David Olortin Valentin, nació un 06 de setiembre del 1998, en la “Ciudad de los caballeros de León”, Huánuco, en reconocimiento a la gente generosa, trabajadora, cálida y acogedora. Hijo de don Bernardino Olortin Ramos y doña Alejandrina Valentin Vilca.

Cursó sus estudios primarios y secundarios en la I.E. “Juana Moreno” ubicado en el corazón de Huánuco, así mismo, los estudios de educación superior los cursó en la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”, en la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Realizó sus prácticas pre profesionales en una empresa privada de consultoría y constructora que inició el 29 de agosto del 2022 con una duración de seis meses desempeñando la función de asistente de consultoría en el área de metrados, costos y presupuestos. Culminando con la obtención del grado Bachiller en Ingeniería Civil en el año 2023. Actualmente es aspirante a obtener el Grado de Título Profesional de Ingeniero Civil.

ANEXO N°05: Acta de Sustentación



Decenio de la igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, siendo las 17.00 horas del día 11 de abril del 2024, nos reunimos en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Evaluador:

Dr. JOSÉ LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA	PRESIDENTE
Mg. JESÚS ASCENCIO CÓNDOR	SECRETARIO
Mg. JORGE ZEVALLOS HUARANGA	VOCAL

Acreditados mediante Resolución de Decano N°118-2024-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 20 de marzo del 2024, de la tesis titulada ANÁLISIS SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 6 PISOS UBICADO EN EL DISTRITO DE AMARILIS - HUANUCO, APLICANDO LA NORMA E030 DEL AÑO 2003 Y LA MODIFICATORIA PROPUESTA EN EL AÑO 2018, presentada por el titulado **LUIS DAVID OLORTIN VALENTIN**, con el asesoramiento del docente Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, se procedió a dar inicio el acto de sustentación para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**.

Concluido el acto de sustentación, cada miembro del Jurado Evaluador procedió a la evaluación del titulado, teniendo presente los siguientes criterios:

1. Presentación.
2. Exposición y dominio del tema.
3. absolución de preguntas.


nombres y apellidos del titulado	Jurado Evaluador			Promedio final
	Presidente	Secretario	Vocal	
LUIS DAVID OLORTIN VALENTIN	14	14	14	14

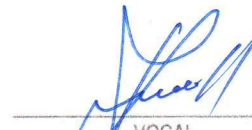
Obteniendo en consecuencia el titulado **LUIS DAVID OLORTIN VALENTIN** la nota de **CATORCE (14)**, equivalente a **BUENO**, por lo que se declara **APROBADO**.

Calificación que se realiza de acuerdo con el Art. 78 del Reglamento General de Grados y Títulos modificado de la UNHEVAL.

Se da por finalizado el presente acto, siendo las **18:50** horas, del día jueves 11 de abril de 2024, firmando en señal de conformidad.

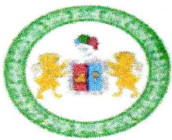

 PRESIDENTE
 DNI N° **28486638**


 SECRETARIO
 DNI N° **20692508**


 VOCAL
 DNI N° **19836982**

Leyenda:
 19 a 20: Excelente
 17 a 18: Muy Bueno
 14 a 16: Bueno
 0 a 13: Desaprobado

ANEXO N°06: Constancia de Similitud



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

CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 022-2024
SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente constancia de Antiplagio, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 17%. de similitud general, correspondiente al Bachiller interesado, **OLORTIN VALENTIN Luis David** del Borrador de Tesis “**ANÁLISIS SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 6 PISOS UBICADO EN EL DISTRITO DE AMARILIS-HUÁNUCO, APLICANDO LA NORMA E030 DEL AÑO 2003 Y LA MODIFICATORIA PROPUESTA EN EL AÑO 2018**”, considerando como asesor al Mg. Ing. **QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL**

DECLARANDO (APTO).

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 18 de marzo 2024



[Firma manuscrita]
Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DLJLVG 2024

ANEXO N°07: Reporte de Turnitin

NOMBRE DEL TRABAJO

"ANÁLISIS SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 6 PISOS UBICADO EN EL DISTRITO DE AMARILIS-HUÁNUCO, APLICANDO LA NORMA E030 DEL AÑO 2003 Y LA MODIFICATORIA PROPUESTA EN EL AÑO 2018"

AUTOR

Luis David OLORTIN VALENTIN

RECUENTO DE PALABRAS

25082 Words

RECUENTO DE CARACTERES

133935 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

141 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.0MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 18, 2024 4:33 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 18, 2024 4:35 PM GMT-5

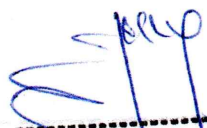
● **17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado


 Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 DOCENTE DE LA FICA

Resumen

● 17% de similitud general

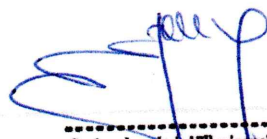
Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

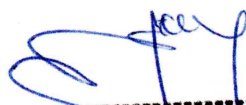
1	repositorio.ucp.edu.pe Internet	4%
2	repositorio.ucv.edu.pe Internet	2%
3	repositorio.unheval.edu.pe Internet	2%
4	hdl.handle.net Internet	<1%
5	Universidad Privada del Norte on 2023-12-04 Submitted works	<1%
6	livrosdeamor.com.br Internet	<1%
7	repositorio.unj.edu.pe Internet	<1%
8	repositorio.unc.edu.pe Internet	<1%



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

9	cdn.gob.pe Internet	<1%
10	repositorio.upt.edu.pe Internet	<1%
11	vsip.info Internet	<1%
12	idoc.pub Internet	<1%
13	repositorio.udh.edu.pe Internet	<1%
14	repositorio.untrm.edu.pe Internet	<1%
15	repositorio.unsch.edu.pe Internet	<1%
16	slideshare.net Internet	<1%
17	repositorio.urp.edu.pe Internet	<1%
18	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas on 2017-09-24 Submitted works	<1%
19	repositorio.uancv.edu.pe Internet	<1%
20	repositorio.ujcm.edu.pe Internet	<1%


Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA UCA

Descripción general de fuentes

21	repositorio.uancv.edu.pe Internet	<1%
22	repositorio.upn.edu.pe Internet	<1%
23	uncedu on 2023-12-01 Submitted works	<1%
24	Universidad Continental on 2021-06-28 Submitted works	<1%
25	Universidad Cesar Vallejo on 2016-05-20 Submitted works	<1%
26	Universidad Católica de Santa María on 2016-12-13 Submitted works	<1%
27	Universidad Católica de Santa María on 2015-12-03 Submitted works	<1%
28	uncedu on 2024-01-04 Submitted works	<1%
29	Universidad Continental on 2021-06-28 Submitted works	<1%
30	Universidad Católica de Santa María on 2023-01-19 Submitted works	<1%
31	Universidad San Ignacio de Loyola on 2020-09-17 Submitted works	<1%
32	core.ac.uk Internet	<1%


Dr. Ing. Jose Luis Villavicencia Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA


Descripción general de fuentes

- 33 **Universidad Alas Peruanas on 2023-03-06** <1%
Submitted works
- 34 **Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2021-12-30** <1%
Submitted works
- 35 **idoc.tips** <1%
Internet
- 36 **Universidad Tecnologica de los Andes on 2017-12-13** <1%
Submitted works
- 37 **repositorio.unap.edu.pe** <1%
Internet
- 38 **Universidad Cesar Vallejo on 2023-04-17** <1%
Submitted works
- 39 **Universidad Nacional del Centro del Peru on 2019-12-16** <1%
Submitted works
- 40 **Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2009-03-20** <1%
Submitted works
- 41 **Universidad Continental on 2017-11-27** <1%
Submitted works
- 42 **distancia.udh.edu.pe** <1%
Internet
- 43 **Universidad Cesar Vallejo on 2018-11-24** <1%
Submitted works
- 44 **Universidad Continental on 2018-08-15** <1%
Submitted works


Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

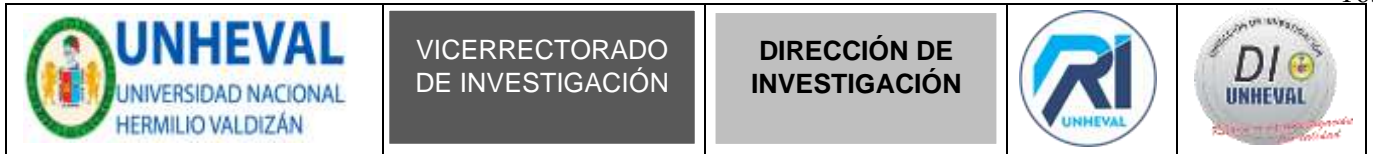
Descripción general de fuentes

- 45 **Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2022-11-06** <1%
Submitted works
- 46 **Universidad Ricardo Palma on 2020-12-04** <1%
Submitted works
- 47 **repositorio.uprit.edu.pe** <1%
Internet


Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

ANEXO N°08: Autorización de Publicación Digital



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	-----------------	--	------------------	--

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

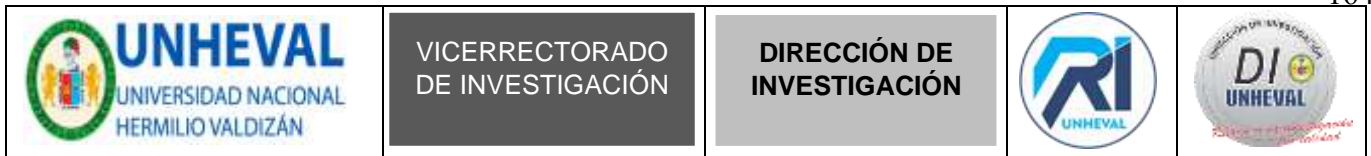
Apellidos y Nombres:	OLORTIN VALENTIN LUIS DAVID							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	971896461
Nro. de Documento:	76395208				Correo Electrónico:	luis.olortinvalentin@gmail.com		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos** según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)							SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
Apellidos y Nombres:	QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL				ORCID ID:	https://orcid.org/ 0000-0003-0442-0486					
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de documento:	22527428			

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres** completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	VILLAVICENCIO GUARDIA JOSÉ LUIS
Secretario:	ASCENCIO CÓNDROR JESÚS FRANCISCO
Vocal:	ZEVALLLOS HUARANGA JORGE
Vocal:	-----
Vocal:	-----
Accesitario	CÓRDOVA FACUNDO CARLOS ENRIQUE


5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)	
ANÁLISIS SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 6 PISOS UBICADO EN EL DISTRITO DE AMARILIS-HUÁNUCO, APLICANDO LA NORMA E030 DEL AÑO 2003 Y LA MODIFICATORIA PROPUESTA EN EL AÑO 2018	
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)	
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL	
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.	
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.	
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.	
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.	
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.	
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.	

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)



Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2024				
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo		Tesis Formato Patente de Invención		
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional		Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos		
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)				
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	PARÁMETROS		ANÁLISIS		DERIVAS		
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	X	Condición Cerrada (*)				
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:				
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):					SI	NO	X
Información de la Agencia Patrocinadora:							

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:		
Apellidos y Nombres:	OLORTIN VALENTIN LUIS DAVID	Huella Digital
DNI:	76395208	
Fecha: 15-04-2024		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.