



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral
aplicado a una estructura de concreto armado,

Trujillo - La Libertad 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Peche Melo, Jorge Luis (orcid.org/0000-0001-8894-7810)

Valverde Calderon, Maryori Selene (orcid.org/0000-0002-8108-3148)

ASESOR:

MSc. Noriega Vidal, Eduardo Manuel (orcid.org/0000-0001-7674-7125)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presente tesis elaborada por los alumnos Jorge Peche y Maryori Valverde está dedicada a nuestros padres que siempre nos apoyaron en todo el transcurso de nuestra vida universitaria que sin ellos no podríamos alcanzar nuestras metas, así mismo a nuestros hermanos que fueron un pilar fundamental para alcanzar este logro y de manera muy particular agradecer al ingeniero Eduardo Noriega que nos brindó sus asesorías y acompañamiento en la elaboración de la tesis.

Los autores

AGRADECIMIENTO

A nuestra casa de estudios, Universidad César Vallejo, por ser ente portador de conocimientos, valores y principios éticos.

A nuestros maestros Vallejianos por brindarnos su labor educativa durante estos años, encaminándonos siempre por el camino correcto para llegar a ser grandes profesionales.

A nuestros compañeros por ser fuerza y apoyo en las labores educativas.

Los autores



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, NORIEGA VIDAL EDUARDO MANUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral aplicado a una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023", cuyos autores son VALVERDE CALDERON MARYORI SELENE, PECHE MELO JORGE LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 07 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
NORIEGA VIDAL EDUARDO MANUEL DNI: 43236142 ORCID: 0000-0001-7674-7125	Firmado electrónicamente por: ENORIEGAVI el 17- 11-2023 19:52:47

Código documento Trilce: TRI - 0653297



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, VALVERDE CALDERON MARYORI SELENE, PECHE MELO JORGE LUIS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral aplicado a una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JORGE LUIS PECHE MELO DNI: 76363776 ORCID: 0000-0001-8894-7810	Firmado electrónicamente por: JLPECHEM el 07- 112023 08:47:46
MARYORI SELENE VALVERDE CALDERON DNI: 73097095 ORCID: 0000-0002-8108-3148	Firmado electrónicamente por: MVALVERDECAL el 07-11-2023 18:45:43

Código documento Trilce: TRI - 0653298

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	17
II. MARCO TEÓRICO	20
III. METODOLOGÍA	27
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	27
3.2. Variables y operacionalización.....	29
3.3. Población, muestra y muestreo.....	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	33
3.5. Procedimientos.....	35
3.6. Método de análisis de datos.	39
3.7. Aspectos éticos.....	39
IV. RESULTADOS.....	40
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES	60
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Instrumentos y técnicas de recolección de datos para cada variable.....	34
Tabla 2. Desplazamientos “X” y “Y” con el método Modal Espectral.....	40
Tabla 3. Distorsiones en “X” y “Y” aplicando el método Modal Espectral	41
Tabla 4. Cortante “X” y “Y” aplicando el método Modal Espectral.....	42
Tabla 5. Desplazamientos “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1966	43
Tabla 6. Distorsiones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1966.....	44
Tabla 7. Cortante “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1966.....	40
Tabla 8. Desplazamientos “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1974	41
Tabla 9. Distorsiones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1974.....	47
Tabla 10. Cortante “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1974.....	48
Tabla 11. Desplazamientos “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Trujillo 2021	49
Tabla 12. Distorsiones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Trujillo 2021.....	50
Tabla 13. Cortante “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Trujillo 2021.....	51
Tabla 14. Comparación de desplazamientos entre el análisis modal espectral y tiempo historia.....	52
Tabla 15. Comparación de distorsiones entre el análisis modal espectral y tiempo historia.....	53
Tabla 16. Comparación de cortantes entre el análisis modal espectral y tiempo historia.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desplazamientos “X” y “Y” aplicando el análisis Modal Espectral	40
Figura 2. Distorsiones “X” y “Y” aplicando el análisis Modal Espectral.....	41
Figura 3. Cortante dinámica en “X” y “Y” aplicando el análisis Modal Espectral ..	42
Figura 4. Desplazamientos en “X” y “Y” para el sismo de Lima66.....	43
Figura 5. Distorsiones en “X” y “Y” para el sismo de Lima66	44
Figura 6. Cortante dinámica para “X” y “Y” con el sismo de Lima66	45
Figura 7. Desplazamientos en “X” y “Y” para el sismo de Lima74.....	46
Figura 8. Distorsiones en “X” y “Y” para el sismo de Lima74	47
Figura 9. Cortante dinámica para “X” y “Y” con el sismo de Lima74	48
Figura 10. Desplazamientos en “X” y “Y” para el sismo de Trujillo21	49
Figura 11. Distorsiones en “X” y “Y” para el sismo de Trujillo21.....	50
Figura 12. Cortantes en “X” y “Y” para el sismo de Trujillo21	51
Figura 13. Comparación de desplazamientos entre el análisis modal espectral y tiempo historia	52
Figura 14. Comparación de distorsiones entre el análisis modal espectral y tiempo historia.....	53
Figura 15. Comparación de cortantes entre el análisis modal espectral y tiempo historia.....	54
Figura 16. Importación de ejes definidos por el plano de estructuras.....	86
Figura 17. Definición del concreto con resistencia a la compresión de 210kf/cm ²	87
Figura 18. Definición del acero con un límite de fluencia de 4200 kg/cm ²	88
Figura 19. Definición de la losa aligerada con espesor de 20cm	89
Figura 20. Definición de losa maciza con espesor de 20 cm.....	90
Figura 21. Definición de muros estructurales con espesor de 25 cm y 30 cm	91
Figura 22. modelado de columnas	92
Figura 23. modelado de vigas	93
Figura 24. modelado de muros.....	94
Figura 25. modelado de la escalera	90
Figura 26. Asignación de diafragmas por nivel.....	961
Figura 27. Asignación de brazos rígidos	92
Figura 28. Liberación de momentos	93

Figura 29. factor de uso según categoría	99
Figura 30. estimación del peso	99
Figura 31. asignación de masa	100
Figura 32. asignación de cargas.....	1005
Figura 33. Zona Sísmica	101
Figura 34. Estudio de suelos	102
Figura 35. Factor de suelo “S” y Periodos TP, TL	103
Figura 36. Factor de amplificación Sísmica “C”	104
Figura 37. Coeficiente “K”	104
Figura 38. Sistemas estructurales y coeficiente de reducción “R”	105
Figura 39. Calculo coeficiente “C”	106
Figura 40. Dirección de excentricidad	101
Figura 41. Asignación del sismo estático en la dirección “X”	102
Figura 42. Asignación del sismo estático en la dirección “Y”	103
Figura 43. Carga muerta y carga viva al 100%	104
Figura 44. Modos de vibración	105
Figura 45. Aceleración espectral “X”	111
Figura 46. Aceleración espectral “Y”	112
Figura 47. Sismo dinámico en “X”	113
Figura 48. Sismo dinámico en “Y”	114
Figura 49. Irregularidad en altura y planta	110
Figura 50. Sistemas estructurales	122
Figura 51. Fuerza cortante	126
Figura 52. Límite de distorsión de entrepiso - AME	127
Figura 53. Límite de distorsión - ATH	127
Figura 54. Instalación de acelerómetros del instituto geofísico del Perú	128
Figura 55. Sismo Lima 1966 - M.8,1	129
Figura 56. Sismo Lima 1974 - M.6,6	130
Figura 57. Sismo Trujillo 2021 - M.5,8	131
Figura 58. Insertando sismo Lima 1966	132
Figura 59. Sismo Lima 1966 con sus respectivas direcciones X-NS y Y-EO	133
Figura 60. Insertando sismo Lima 1974	134
Figura 61. Sismo Lima 1974 con sus respectivas direcciones X-NS y Y-EO	135

Figura 62. Insertando sismo Trujillo 2021	136
Figura 63. Sismo Trujillo 2021 con sus respectivas direcciones X-NS y Y-EO ..	137
Figura 64. Gráficos del tiempo historia en las direcciones “X” y “Y” con el sismo de Lima66	138
Figura 65. Gráficos del tiempo historia en las direcciones “X” y “Y” con el sismo de Lima74	138
Figura 66. Gráficos del tiempo historia en las direcciones “X” y “Y” con el sismo de Trujillo21	140
Figura 67. Diseño de vigas.....	141
Figura 68. Diseño de columnas	142
Figura 69. Diseño de placas	143

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar el análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral aplicado a una estructura de concreto armado ubicado en la Urb. San Isidro – 2 Etapa del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad la cual presenta un sistema de muros estructurales. La metodología que se empleó fue aplicada con enfoque cuantitativo, de nivel no experimental con finalidad descriptivo comparativo. Para el desarrollo de los cálculos de esta presenta investigación se siguió los lineamientos establecidos en la normativa peruana E.030 de sismorresistencia. Los hallazgos que se obtuvo para el análisis modal espectral fueron, los desplazamientos, distorsiones y la fuerza cortante en las que se determinó que cumplían con los estatutos establecidos en la normativa, sin embargo, al aplicar el análisis tiempo historia se pudo determinar que los desplazamientos, distorsiones y fuerza cortante son valores muy lejanos al análisis modal espectral, por lo que se concluyó que el análisis más eficaz para evitar colapsos estructurales es el análisis tiempo historia, de igual manera se llegó a la conclusión que la estructura evaluada soporta como máximo un sismo de magnitud 6.6 en la escala de Richter.

Palabras claves: análisis tiempo historia, análisis modal espectral, estructura de concreto armado.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the comparative analysis of the history and modal spectral method applied to a reinforced concrete structure located in the urbanization San Isidro - 2nd Stage of the district of Trujillo, province of Trujillo, department of La Libertad, which presents a system of structural walls.

The applied methodology was used with a quantitative approach, from a non-experimental level with a descriptive-comparative purpose.

To develop the calculations of this research, the guidelines established in the Peruvian regulations E.030 on earthquake resistance were followed. The findings obtained for the spectral modal analysis were displacements, distortions and shear force in which it was determined that they complied with the statutes established in the regulations; however, when applying the time history analysis it was determined that the displacements, distortions and shear force are values very far from the spectral modal analysis, so it was concluded that the most effective analysis to avoid structural collapses is the time history analysis, in the same way it was concluded that the evaluated structure supports a maximum of earthquake of magnitude 6.6 on the Richter scale. JJGJGJGJ

Keywords: time-history analysis, modal spectral analysis, reinforced concrete structure.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la dinámica estructural es un método imprescindible, puesto que instruye la actuación de los inmuebles frente a la presencia de un sismo; debido a ello se cuenta con el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, donde su finalidad de estos análisis es brindar una mejor seguridad en el diseño estructural, evitando así sus colapsos mediante un diseño basado en el desempeño dinámico, esto según (Anil Chopra, 2018)

A nivel nacional, el Perú es un país con alto porcentaje de movimientos sísmicos, esto debido a que forma parte del denominado cinturón de fuego, según él (Instituto Geofísico del Perú, 2022) nos dice que, es aquí donde se libera el 85% de energía sísmica a nivel mundial, al mismo tiempo el Perú se encuentra afectado por el cruce de la placa tectónica de Nazca y continental, es por ello que, en la zona peruana se ha registrado los terremotos con mayor magnitud como el gran primer terremoto registrado en el año de 1586, seguido por el terremoto de 1868 quien tuvo una magnitud de 9.0 en la escala de Richter, ocasionando un tsunami con olas que sobrepasaban los 14 metros de altura.

A nivel local, la infraestructura de 6 niveles de sistema de muros estructurales de la vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. San Isidro – 2 Etapa del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad, se encuentra situado en una zona 4 en nivel sísmico con suelo intermedio. En este sentido, la infraestructura esta propensa a fuerzas sísmicas elevadas en la escala de Richter es por ello que, se realizará un análisis comparativo entre los métodos dinámicos modal espectral y tiempo-historia con el propósito de indicar cuál de estos dos métodos es el más eficiente frente a un movimiento sísmico, frente a ello podemos dar mayor conformidad al bienestar de los habitantes del inmueble.

El análisis tiempo-historia según (Zoltán I. Bocskai, Ph. D., 2023), nos detalla que estudia la actuación histórica de los componentes estructurales para hallar sus respectivos desplazamientos dinámicos y aceleraciones en diferentes puntos mediante las integrales directas a las ecuaciones del equilibrio, por lo cual este método es fundamental para realizar el diseño sísmico.

El análisis modal espectral de acuerdo con (Tómaz Hernández, 2017), nos indica que, es un método utilizado para sacar aceleraciones y desplazamientos máximos en la que se encuentra una estructura sometida frente a un suceso sísmico; siendo este un método muy práctico debido a que proporciona resultados adecuados que cumplen con las exigencias de las normativas.

La estructura de concreto armado está conformado por el sistema estructural sismorresistente, el cual tiene que cumplir con todas las especificaciones especiales para realizar un correcto diseño sísmico, los sistemas estructurales están condicionados por la categoría de la edificación y la zona de estudio, para estructuras de concreto armado se cuenta con pórticos, muros estructurales, muros de ductilidad limitada y el sistema dual, esto según la (Norma técnica E.030 Diseño sismorresistente, 2018).

Por consecuencia, en esta presente investigación se planteó el siguiente problema general. ¿Cómo es el análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral aplicado a una estructura de concreto armado?

Por tal motivo se planteó la siguiente justificación teórica, este proyecto de investigación se fundamenta bajo criterios de la normativa técnica peruana, la cual ya ha sido sustentada y aplicada al ámbito de la ingeniería civil. De igual manera, se planteó la siguiente justificación práctica, nos permitirá determinar el análisis comparativo sísmico entre los métodos dinámicos tiempo historia y modal espectral aplicado a una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023. De igual manera, se planteó la justificación metodológica, la presente investigación mostrará los resultados de la comparación entre los métodos dinámicos modal espectral y tiempo historia aplicado a una estructura de concreto armado Trujillo - La Libertad 2023, mediante la utilización de programas de elementos finitos, dado a que este nos permite realizar diversos métodos de experimentación sísmica en estructuras. Y, por último, se planteó la siguiente justificación social, los resultados de esta investigación servirá para que los futuros ingenieros y técnicos en ingeniería civil y estructural empleen programas de elementos finitos, con la finalidad de que realicen los métodos dinámicos modal espectral y tiempo historia durante la evaluación de sus proyectos de infraestructura.

Por ende, en la presente investigación se formuló el siguiente objetivo general. Determinar el análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral aplicado a una estructura de concreto armado. Así mismo, se formuló los siguientes objetivos específicos, realizar el análisis dinámico modal espectral mediante programa de elementos finitos, en una estructura de concreto armado, realizar el análisis dinámico tiempo historia mediante programa de elementos finitos, en una estructura de concreto armado y determinar la metodología más eficaz para el análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral, Trujillo - La Libertad 2023.

No obstante, se planteó la siguiente hipótesis general, el análisis dinámico tiempo historia y modal espectral darán una respuesta sísmica favorable frente a una estructura de concreto armado. Así mismo se plantea las siguientes hipótesis específicas, el análisis dinámico modal espectral se podría aplicar a una estructura de concreto, el análisis dinámico tiempo historia se podría aplicar a una estructura de concreto y mediante el análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral se podría determinar el análisis más eficaz.

II. MARCO TEÓRICO

En referencia a los trabajos científicos previos revisados en el contexto internacional sobre las variables Análisis Modal Espectral y Tiempo Historia, se tiene a (Marcos Cruz, 2019), cuyo objetivo fue analizar un inmueble de 8 niveles localizado en la ciudad de México destinado para comercio y oficinas por medio del método dinámico modal espectral, así mismo quiso ver si la estructura evaluada cumple con los requerimientos de seguridad vigentes que establece su Reglamento de Construcciones de la ciudad de México. De tal manera que, obtuvo como resultados los periodos de vibración del inmueble, la obtención de las masas modales de cada entrepiso, la cortante máxima de la base, los deslizamientos y distorsiones en ambos sentidos para cada nivel de piso. Por lo tanto, llego a la conclusión que realizando un simple análisis modal espectral en el software y teniendo como base la normativa resulta siendo efectivo para cumplir las exigencias, siempre y cuando se tenga los conocimientos necesarios para interpretar y corregir dichos resultados para un proyecto estructural.

Por otra parte, (Sangucho Pumisacho, 2022), determinó el desempeño real de un inmueble mediante el análisis tiempo historia para una estructura de hormigón armado de 6 pisos implantada en la ciudad de Quito Ecuador, el método estratégico que utilizó cumplió lo exigido por su normativa de construcción ecuatoriana, hizo la modelación en el software Etabs2016 para ver los niveles de daño en la estructura empleando siete registros sísmicos reales recogidos de las estaciones acelerográficas. Los resultados del estudio fueron, los desplazamientos máximos en cada planta en el sentido X y Y, la deriva limite en cada piso y los periodos de vibración del inmueble. Concluyendo que, el análisis tiempo historia se destaca por ser preciso ya que, los resultados proporcionados se acercan más a la realidad de la vulnerabilidad sísmica que presenta una estructura en función tiempo-aceleración.

De igual forma (Núñez Palacios, 2017), tuvo como objetivo demostrar la aplicabilidad y utilidad del método tiempo historia para garantizar el adecuado funcionamiento estructural del inmueble de 5 niveles ubicado en la provincia ecuatoriana de Manabí, en la cual obtuvo como resultados su cortante basal de

diseño, la participación de la masa modal según el espectro de diseño, los periodos y frecuencias de vibración de la estructura, los desplazamientos en los ejes X e Y, y finalmente las derivas inelásticas de pisos los cuales permitieron controlar los desplazamientos horizontales excesivos. Llegando a la conclusión que, el análisis tiempo historia es fundamental para garantizar un adecuado diseño, ya que dicho método ofrece resultados más exactos frente a la actuación de un movimiento telúrico ante una edificación, de igual forma le permitió ver hasta que magnitud en la escala de Richter pudo soportar su estructura evaluada.

Así mismo, en referencia a los trabajos científicos previos revisados en el contexto nacional se tiene a (Espinoza Villafane, y otros, 2018), cuyo objetivo fue realizar la comparación de los métodos dinámicos modal espectral y tiempo historia aplicado a una edificación de 16 niveles. Entre sus resultados que obtuvo por medio del método modal espectral se encontraban los periodos de vibración de la estructura, la frecuencia y la masa participativa, así mismo sus desplazamientos, distorsiones, derivas y cortante para ambas direcciones, mientras que para el método tiempo historia obtuvo los resultados de desplazamientos de cada nivel, derivas de entrepiso, distorsiones, cortante y el momento volcante para las direcciones X y Y empleando los sismos de Huacho 1966, Huaraz 1970 y Cañete 1974. En donde concluyó que, ambos métodos utilizados son de suma importancia para el ámbito estructural y para cumplir satisfactoriamente con los parámetros establecidos en la normativa E.030.

De igual forma (Quispe Cartolin, 2021) tuvo como objetivo comparar los resultados entre los métodos modal espectral y tiempo historia para verificar el buen desempeño de una estructura de 14 pisos en caso de sismos frecuentes. Sus resultados obtenidos por el método modal espectral fueron, periodos y modos de vibración; por otro lado, los acelerogramas utilizados para el método tiempo historia fueron los siguientes, Lima 66, Lima 70, Lima 74, con estos sismos se obtuvo la fuerza cortante, momento volcante, desplazamiento y derivas máximas. El estudio concluyó que, la normativa peruana no es eficaz para el diseño de edificaciones sismorresistente frente a sismos frecuentes.

Igualmente (Flores Flores, 2022), tuvo como objetivo comparar el análisis dinámico modal espectral y tiempo historia en una vivienda multifamiliar de 5 pisos ubicada en Concepción Junín. Los resultados que obtuvo en el método modal espectral fueron los periodos fundamentales, masa participativa, desplazamientos laterales y cortante basal; por otro lado, los acelerogramas utilizados para el método tiempo historia fueron, Moquegua 2001 NS, 2001 EW, Pisco 2007 NS, Pisco 2007 EW, Loreto 2019 NS, Loreto 2019 EW, con estos datos se obtuvo los siguientes resultados, desplazamientos elásticos, desplazamientos inelásticos, cortante dinámico y factor de escala dinámica. Llegando a la conclusión que, al realizar los 2 métodos la estructura resulta siendo rígida, por ello, ante un evento sísmico la vivienda cumpliría satisfactoriamente los requerimientos de la normativa peruana.

Por otra parte, En Referencia a los trabajos científicos previos revisados en el contexto local se tiene a (Inga Paz, 2020), cuyo objetivo fue realizar el método tiempo historia con los registros sísmicos del terremoto de Ica - Perú 2007 y Yungay-Perú 1970 en dos inmuebles de 6 niveles ubicados en la urbanización San Isidro, Trujillo. En la cual obtuvo como resultados que sus distorsiones de piso de los inmuebles evaluados con ambos sismos sobrepasaban lo establecido en la norma E030, así mismo, los deslizamientos máximos que se generaron en ambos inmuebles son alarmantes dado a que sus valores fueron muy sobresalientes. El estudio concluye que, en base a lo analizado con el método tiempo-historia ambos inmuebles resultan ser vulnerables ante dicha actividad sísmica por lo que sus elementos estructurales deben ser reforzados.

Así mismo (Pineda Castro, 2021), desarrolló el método dinámico modal espectral para una edificación de 5 pisos ubicado en el distrito de Huanchaco mediante la norma E030-2003 y E030-2019. Los resultados que obtuvo a partir de la matriz de masa con el teorema de Steiner fueron los modos, frecuencias y periodos de vibración del edificio y con el espectro de respuesta pudo hallar los desplazamientos, la fuerza cortante basal, las distorsiones y derivas de entre piso. De tal manera llegó a la conclusión que la norma técnica E.030 que legaliza el proceso constructivo de una estructura Sismorresistente en el territorio nacional del Perú, determina los requisitos necesarios para realizar un acertado análisis de las

fuerzas sísmicas y la respuesta espectral de una edificación para ser diseñados según sus exigencias.

De igual forma (Obeso Ramírez, 2020), tuvo como objetivo evaluar mediante el método modal espectral una vivienda de 8 pisos ubicado en el distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo. Los resultados que obtuvo fueron los valores de sus desplazamientos, distorsiones y fuerzas cortantes para ambas direcciones de entre piso. Donde llegó a la conclusión que, su análisis cumple con todos los criterios que solicita la NTP E.030, puesto que sus valores obtenidos en ambas direcciones de la edificación se encuentran dentro de los rangos que dicha norma específica tanto para desplazamientos, distorsiones y cortante, cumpliendo así con la filosofía sismorresistente.

En referencia a las teorías relacionadas al tema sobre la variable modal espectral, se tiene a (Bermudo Anaya, 2022), quien nos explica que, el método de respuesta espectral o comúnmente llamado análisis modal espectral, es un método práctico de realizar ya que arroja resultados óptimos según las exigencias de la normativa peruana, el método consta en realizar un cálculo avanzado de los valores máximos de las derivas usando un espectro de diseño, con el cual se puede determinar los desplazamientos máximos, fuerzas máximas en los elementos estructurales, velocidad máxima, aceleración máxima, entre otras magnitudes. Dichos valores máximos se combinan por medio de un promedio ponderado entre la media y la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados. De igual forma (Ita Cerna, 2021), nos explica que el análisis modal espectral utiliza los modos de vibración de la estructura y aportes de los mismos frentes a un evento sísmico, con la finalidad de replicar con exactitud el comportamiento de la edificación

En cuanto a la variable análisis tiempo historia, se tiene a (Gálvez Avila, 2022), el cual nos explica que, un análisis tiempo historia se basa en los registros sísmicos más agresivos e importantes que se da en la ciudad de estudio, con la finalidad de interpretar dichos resultados sísmicos en una edificación, para luego proceder a diseñar de dicha forma que, la estructura pueda soportar un evento sísmico real importante. Así mismo (Castillo Cano, 2019), nos explica que, el análisis tiempo

historia es usado comúnmente para resolver problemas no lineales tales como estructuras inelásticas o deformaciones permanentes, en donde se requiere de acelerogramas, por lo cual el método tiempo historia debe ser utilizado como requerimiento obligatorio en el diseño de estructuras para diferentes lugares del Perú, para ello es importante que, el análisis tenga correlación con los parámetros de movimiento del suelo. De igual manera (Bedecarratz Salvadores, 2018), nos explica que, el análisis tiempo historia, es un historial de respuestas que requiere de registros de movimiento del suelo, en donde dichos registros se idealizan en un modelo matemático considerando los elementos estructurales para la obtención de respuestas de la edificación ante sismos, tales como, desplazamientos máximos relativos, cortante en la base, aceleraciones absolutas máximas, entre otros.

Por otra parte, para la variable estructura de concreto armado según la (Norma técnica E.030 Diseño sismorresistente, 2018), nos indica que, es una edificación que vincula varios elementos con el propósito de generar resistencia a un inmueble. Para las diferentes construcciones existen 4 tipos de estructuras de concreto armado, se tiene a los pórticos que está compuesta por vigas y columnas de tal manera que están ubicadas en una serie de pórticos y muros estructurales, con el propósito de generar resistencia a la edificación, de tal manera que, los muros absorban el 70% de la fuerza cortante de la base, El sistema dual está definido por un sistema mixto de pórticos reforzados con muros de carga y por ultimo muros de ductilidad limitada que se caracteriza por tener un sistema estructural en donde la resistencia sísmica está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en dicho sistema estructural la norma indica que se puede construir como máximo 8 niveles.

En relación a la dimensión espectro de respuesta de la variable modal espectral se tiene a (Sánchez Vilcapuma, 2022) quien nos explica que, el espectro de respuesta debe ser el más adecuado de acuerdo a las propiedades estratigráfico del lugar para que sea estudiada en los diferentes escenarios, dicho espectro tiene como finalidad derivarse de tal manera que la predicción del movimiento del suelo sea la más indicada para que se determine las evaluaciones basadas en el tiempo. Los intervalos de peligro sísmico se encuentran en la curva de peligro sísmico del sitio.

Por otra parte, tenemos a la dimensión registro sísmico de la variable tiempo historia en donde (Alfaro Alfaro, 2019) nos indica que como mínimo se tiene que contar con 3 registros de aceleración sísmica cada uno tiene que contar con las aceleraciones del suelo en las direcciones perpendiculares. Es fundamental que dichos registros contengan frecuencias de las condiciones locales y del sismo máximo considerado.

Así mismo, en referencia a la dimensión elementos finitos de la variable estructura de concreto armado se tiene a (Del Castillo Rodríguez, 2018), quien explica que, es una técnica numérica realizada por un computador usada para dar respuesta a un sistema de ecuaciones diferenciales parciales complejas en diferentes problemas de ingeniería, dichos cálculos se realizan en una malla denominada nodos. Así mismo (Seismous Stand, 2019) nos indica que, este método identifica áreas de posibles concentraciones de esfuerzos, deformaciones o fatiga debido a que analiza el elemento estructural en una escala menor a lo convencional proporcionando así una mejor precisión para el modelamiento.

En cuanto a las variables análisis modal espectral y tiempo historia cuentan con los mismos indicadores, siendo estos los desplazamientos, la cortante y las distorsiones. En este sentido la (Normativa E.030, 2018) nos explica que, para hallar el deslizamiento mayor por cada modo de vibración del suelo, este se halla al multiplicar los desplazamientos mayores equivalentes. Así mismo, (Angel Soriano, 2022) nos explica que, la cortante se da por el impulso producido a través de las fuerzas internas y fuerzas externas aplicadas en paralelo y en sentido opuesto a la sección transversal, por lo general esto se aplica en columnas y vigas. Por otra parte, (Ramirez Flores, 2018), nos explica que, las distorsiones son los desplazamientos laterales relativo de un piso con respecto al otro piso, ocasionado por la fuerza horizontal. La deriva máxima se calcula con el cociente de la diferencia de los desplazamientos del piso superior con el desplazamiento del piso inferior, dependiendo el material predominante dicho resultado no debe exceder los límites de distorsión del entrepiso.

De igual forma la variable estructura de concreto armado cuenta con los indicadores de periodos, frecuencia y masa participativa. Según (Ramirez Flores, 2018), nos explica que, el periodo fundamental es representado como un péndulo invertido, ya que la estructura ante un sismo hace el movimiento de un oscilador, en ese contexto, el periodo fundamental es el mayor tiempo de duración en realizar una oscilación por lo que hace mayor daño a la estructura generando mayores desplazamientos. Así mismo (Ramirez Flores, 2018), nos explica que la frecuencia es inversamente proporcional al periodo, ya que el periodo analiza el mayor tiempo de una oscilación, mientras que la frecuencia es el número de veces que se repite un fenómeno periódico, dicho análisis de frecuencia se mide en hercios. Por otra parte, (Paredes Bernal, 2015), nos explica que, la masa participativa es una propiedad dinámica que representa la cantidad de masa cooperante en cada modo de vibración de la estructura, generalmente el periodo de vibración es el que absorbe la mayor cantidad de masa modal.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

3.1.1. Tipo de investigación. Aplicada (CONCYTEC 2018).

De acuerdo con (Cercado Medina, 2021), nos dice que la investigación aplicada tiene propósitos definidos ya que busca indagar en la actuación, transformación, modificación y reacción, por lo tanto, su propósito principal es la modificación de la variable con el avance del tiempo.

En este contexto, el presente trabajo de investigación es aplicada, dado a que el problema se encuentra establecido y es conocido por los investigadores, y específicamente se enfocara en llevar a cabo la práctica de las teorías, normas e información sobre el análisis sísmico dinámico de una infraestructura.

Por su enfoque, la investigación es cuantitativa dado a que como resultado se obtendrá cantidades numéricas de acuerdo a las dimensiones de las variables, (Carlos Monje, 2018) explica que, este enfoque investigativo plantea la unidad de la ciencia, puesto que utiliza una metodología única, la cual es la misma de las ciencias exactas y naturales.

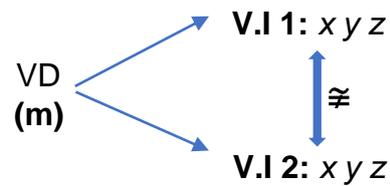
3.1.2. Diseño de investigación.

Según su nivel: No experimental, porque los datos serán tomados tal como ocurren en la realidad, empleándose el método analítico con variables independientes, de acuerdo con (Julian Perez, 2023), define la investigación no experimental como la búsqueda empírica y sistemática en la cual el científico no puede controlar directamente las variables independientes, puesto que sus manifestaciones ya han sido ocurridas.

Según su temporalidad: Transversal, ya que se recolectará datos e información con el fin de describir y analizar su comportamiento en un mismo tiempo, de acuerdo con (Medina, y otros, 2023), explica que los diseños transversales tienen como objetivo recolectar datos en un solo momento determinado, siendo su propósito llevar a cabo la medición de las variables para analizar su incidencia e interpretación en un momento dado para cada individuo de la muestra.

Según su finalidad: Descriptivo comparativo, de acuerdo con (Alarcón, 2017), nos dice que la investigación descriptiva comparativa consiste en observar el comportamiento de las variables independientes dentro de una muestra, con el propósito de controlar estadísticamente la afectación de la variable estudiada (variable dependiente).

Este estudio lo podemos diagramar de la siguiente manera:



m: vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. San Isidro, Trujillo

VD: estructura de concreto armado

V.I 1: análisis modal espectral

V.I 2: análisis tiempo historia

X: desplazamientos

Y: distorsiones

Z: cortante

3.2. Variables y operacionalización.

Variable independiente 1: Análisis modal espectral

- **Definición conceptual:** (Bermudo Anaya, 2022), nos explica que, el análisis modal espectral, consta en realizar un cálculo avanzado de los valores máximos de las derivas usando un espectro de diseño, con el cual se puede determinar los desplazamientos máximos, fuerzas máximas en los elementos estructurales, velocidad máxima, aceleración máxima, entre otras magnitudes.
- **Definición operacional:** El análisis modal espectral es un método dinámico el cual se caracteriza por su dimensión espectro de respuesta, el cual será medido por el método de elementos finitos del programa de análisis estructural ETABS, en el que se hallará los siguientes resultados: desplazamientos, distorsiones y cortante.
- **Indicadores:** Los indicadores que se obtienen de la dimensión espectro de respuesta son desplazamientos, distorsiones y cortante.
- **Escala de medición:** La escala adoptada es la de razón.
Según (Chircca Carrión, 2020) nos dice que, la escala de razón corresponde al nivel de medición más completo ya que esta permite analizar el grado de los resultados ya sean adversos o favorables, en pocas palabras, se puede realizar un análisis estadístico único para los datos de razón, pues representa la ausencia total de la magnitud que se está midiendo ya que es un método fundamental de captura de datos cuantitativos.

Variable independiente 2: Análisis tiempo historia

- **Definición conceptual.** (Gálvez Avila, 2022), nos explica que un análisis tiempo historia se basa en los registros sísmicos más agresivos e importantes que se dio en la ciudad de estudio, con la finalidad de interpretar dichos resultados sísmicos en una edificación para luego proceder a diseñar la estructura, de dicha forma que, la estructura pueda soportar un evento sísmico real importante.
- **Definición operacional:** El análisis tiempo historia se caracteriza por su dimensión registro sísmico, la cual será medida por el método de elementos finitos del programa de análisis estructural ETABS, en el que se hallará los siguientes resultados: desplazamientos, distorsiones y cortante.
- **Indicadores:** Los indicadores que se obtienen de la dimensión registro sísmico son desplazamientos, distorsiones y cortante.
- **Escala de medición:** La escala adoptada es la de razón.
Según (Chircca Carrión, 2020) nos dice que, la escala de razón corresponde al nivel de medición más completo ya que esta permite analizar el grado de los resultados ya sean adversos o favorables, en pocas palabras, se puede realizar un análisis estadístico único para los datos de razón, pues representa la ausencia total de la magnitud que se está midiendo ya que es un método fundamental de captura de datos cuantitativos.

Variable dependiente: Estructura de concreto armado

- **Definición conceptual:** Según la (Norma técnica E.030 Diseño sismorresistente, 2018), la estructura de concreto armado está conformado por el sistema estructural sismorresistente, el cual tiene que cumplir con todas las especificaciones especiales para realizar un correcto diseño sísmico, los sistemas estructurales están condicionados por la categoría de la edificación y la zona de estudio, para estructuras de concreto armado se cuenta con muros estructurales, muros de ductilidad limitada, pórticos y sistema dual.
- **Definición operacional:** La estructura de concreto armado se caracteriza por su dimensión elementos finitos, la cual será medida por una Guía de observación y el programa de análisis estructural ETABS, en el que se hallará los siguientes resultados: periodos, frecuencias y masa participativa.
- **Indicadores:** Los indicadores que se obtienen de la dimensión elementos finitos son periodos, frecuencias y masa participativa.
- **Escala de medición:** La escala adoptada es la de razón.
Según (Chircca Carrión, 2020) nos dice que, la escala de razón corresponde al nivel de medición más completo ya que esta permite analizar el grado de los resultados ya sean adversos o favorables, en pocas palabras, se puede realizar un análisis estadístico único para los datos de razón, pues representa la ausencia total de la magnitud que se está midiendo ya que es un método fundamental de captura de datos cuantitativos.

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población.

Según (Herdandez, y otros, 2017) nos dice que, la población esta descrita por teoremas que agrupan componentes de origen similar, según su lugar y tiempo, para esta ser estudiada.

En ese contexto, la población objeto de investigación está conformado por todas las viviendas ubicadas en la Urb. San Isidro – 2 Etapa del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

- **Criterios de inclusión:** contar con el permiso por parte de los propietarios para proceder a evaluar la infraestructura de su vivienda, no obstante, las estructuras deben ser de concreto presentando una altura sobresaliente mayor a 4 pisos.
- **Criterios de exclusión:** que los propietarios nieguen el permiso para evaluar su vivienda, y que la estructura no sea de concreto ni presente más de 4 niveles.

3.3.2. Muestra.

De acuerdo con (López, 2018), señala que la muestra es un subconjunto de componentes que se seleccionan dentro de una población de estudio.

En este sentido, como parte de la muestra, se consideró a la vivienda multifamiliar de 6 niveles ubicado en la MZ 01, LOTE 11, de la Urb. San Isidro 2-Etapa del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad, la cual cumple satisfactoriamente los criterios de inclusión.

3.3.3. Muestreo.

En esta investigación se recurrió al muestreo no probabilístico por conveniencia con el fin de asegurar la representatividad y garantizar la generalización de los resultados del proyecto.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Según (Medina, y otros, 2023) nos indican que, las técnicas son los métodos que se suele utilizar para analizar los datos que se pretende estudiar con el objetivo de cumplir con el propósito de una investigación, mientras que, los instrumentos suelen ser los mediadores que se necesitan para registrar la información de acuerdo a cada variable en estudio.

En este sentido, se tomará en consideración las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos, para dar proceso a los aspectos que realizan la presente investigación:

Para las variables análisis tiempo historia y modal espectral se acudió a la técnica del análisis documental, debido a que se cuenta con una gran demanda de información teórica a utilizar. Para ello se recolectó información extraída de diferentes fuentes bibliográficas, teniendo en cuenta los indicadores definidos que llevarán a cabo la investigación, utilizando como instrumento una ficha de resumen (Ver Anexo 3) esta información extraída en la ficha, nos servirá para que posteriormente hagamos nuestras discusiones. Así mismo, se acudió a la técnica de la observación, dado a que evidenciaremos los resultados que proporcionará el software ETABS para ambos métodos aplicados a la estructura previamente seleccionada, dichos resultados serán plasmados mediante el instrumento de una ficha técnica (Ver Anexo 4) teniendo en cuenta criterios basados en la normativa peruana E030 del Diseño Sismorresistente.

No obstante, para la variable estructura de concreto armado se acudió a la técnica de la observación directa, debido a que, para registrar como se encuentra la estructura evaluada en la presente investigación tuvimos que, ver el estado y aspectos en el que se encuentra la vivienda. Los cuales servirá para llevar a cabo la evaluación del peligro que ocasionará dichos detalles en la edificación tales como los desplazamientos, distorsiones y cortante. Por ello, se recurrió a la ayuda de instrumentos tales como una guía de observación (Ver Anexo 5) en donde se tendrá en cuenta los materiales a usar en los elementos estructurales, las cargas de la edificación, el peso y el tipo de estructura.

Tabla 1. Instrumentos y técnicas de recolección de datos para cada variable

Variable	Técnica	Instrumento
<i>Variables independientes:</i>	Análisis documental	Ficha resumen
<ul style="list-style-type: none">Análisis tiempo historiaAnálisis modal espectral	Observación	Ficha técnica para los resultados que arroje el programa Etabs
<i>Variable dependiente:</i>		
<ul style="list-style-type: none">Estructura de concreto armado	Observación	Guía de observación

- *Validez:*

(Sampieri, 2018), se refiere a la validez como el grado en que un instrumento mide la variable en función a sus resultados que pretende medir.

Por tanto, los resultados de este proyecto de investigación cuentan con validez puesto que, se realizó los dos métodos dinámicos utilizando el software especializado ETABS, el cual es una herramienta potente y versátil por tener la característica de dimensionar, analizar y hacer simulaciones sísmicas en diferentes tipos de estructuras. Así mismo, nuestra guía de observación y ficha técnica tienen validez dado a que fue evaluada mediante juicio de expertos, quienes verificaron que el instrumento establecido cuente con relevancia y coherencia. (Ver Anexo 6)

- *Confiabilidad:*

(Medina, y otros, 2023), nos dice que la confiabilidad es verdadera cuando al momento de utilizar un instrumento para medir, produce resultados reales y coherentes. Así mismo al aplicarlo repetitivas veces, esta nos debe proporcionar resultados iguales.

Siendo así, los resultados de este trabajo de investigación serán de confiabilidad puesto que, el análisis se realizó utilizando el software ETABS el cual es un instrumento utilizado a nivel mundial, proporcionada por la CSI Spain, que es gestionada por IGENMAI, quien constantemente acredita la formación continua de ingenieros con el objetivo de garantizar la calidad y confiabilidad. Así mismo, este trabajo es confiable ya que se basó en criterios normativos de la Norma Técnica Peruana E030 Diseño Sismorresistente.

3.5. Procedimientos.

Para identificar que método dinámico fue más eficaz en una estructura de concreto armado en la ciudad de Trujillo fue necesario seguir el siguiente procedimiento:

Se contó con los planos de las 4 especialidades de la estructura (Ver Anexo 8), de los cuales los planos de arquitectura y estructura fueron de vital importancia para el proyecto, ya que de ellos se pudo contemplar el predimensionamiento de los diferentes elementos estructurales de la vivienda, de igual manera los cortes fueron de vital importancia para la visualización de los valores de entrepiso y la distancias a considerar de las escaleras. Con la ayuda del software autocad y del plano de estructuras se procedió a plantearse los ejes principales que serían transportados al software etabs.

En el software Etabs se definió las unidades métricas con las que se realizaría el proyecto para luego proceder a la importación de los ejes ya definidos del plano de estructuras, una vez culminado este proceso se procedió a definir los materiales a utilizar en el proyecto, tales como, el concreto con una resistencia a la compresión de 210kgf/cm^2 y el acero con un límite de fluencia de 4200kg/cm^2 . Luego se procedió a definir las secciones de las columnas, vigas, muros estructurales, losas aligeradas y losas macizas. Con el comando frame se procedió a modelar las columnas y vigas en una sola dirección para no afectar los ejes locales de la estructura y por ende realizar la correcta lectura de los resultados, con la ayuda del comando Shell se pudo definir la losa aligerada en dos direcciones con espesor de 20 cm y la losa maciza con espesor de 20 cm para luego realizar su modelamiento según el plano estructural, de igual manera con el comando wall se pudo definir los muros estructurales con espesor de 25 cm y 30 cm Una vez culminada la modelación en los diferentes niveles de la estructura se procedió a asignar los diafragmas por nivel de los elementos estructurales, luego de culminar este paso se procedió a realizar la modelación de la escalera con la ayuda de los planos arquitectónicos en los cuales se podía visualizar el paso, contrapaso y las diferentes alturas de dicha escalera para cada entre piso de la infraestructura.

Seguido de esto se procedió asignar la restricción en la base la cual fue un empotramiento, luego se asignó los brazos rígidos en los elementos frame con la finalidad de rigidizar los nudos estructurales de tal manera que el desplazamiento sea uniforme. Una vez hecho esto se examinó el plano de estructuras con la finalidad de determinar que vigas no cumplen con su longitud de desarrollo, para que en el modelo estructural del etabs se proceda a liberar el momento en la dirección correcta de tal manera que el resultado que calcule el programa sea lo más parecido a la realidad.

Luego se procedió a definir la masa estructural del proyecto, para esto se tuvo que identificar la categoría de la estructura que según la normativa técnica del Perú E.0.30 pertenecía a Edificaciones Comunes. Luego de identificar la categoría de nuestra estructura se pudo determinar la estimación del peso, que según la normativa técnica del Perú E.030 para edificaciones comunes se tomara el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva.

Una vez culminada la asignación de la masa se procedió a definir los patrones de cargas para que el software pueda calcular el metrado de cargas de toda la estructura en donde se asignó la carga muerta y la carga viva, en el apartado de load patterns se asignó el sismo estático en la dirección "X" y "Y" por el método de los coeficientes, en el cual se tenía que asignar la dirección de excentricidad, el coeficiente "C" y el coeficiente K, todo esto asumiendo una excentricidad absoluta de 0.05

Con la ayuda del comando Load Cases se definió la carga muerta y la carga viva en un 100%, para la asignación del sismo estático en "X" y "Y" se utilizó el tipo Linear Static y por último se asignó el caso modal en el cual indicaremos la cantidad de modos de vibración de la estructura que se utilizará tanto para el análisis dinámico modal espectral como para el análisis dinámico tiempo historia, en dicho apartado se consideró pertinente considerar 3 modos de vibración por nivel, con la finalidad de cumplir con el 90% de masa participativa que nos indica nuestra normativa peruana E.030

Una vez culminado el análisis estático se procedió a determinar el análisis modal espectral esto gracias al comando Response Spectrum en la cual se le asignó los valores de la zona de estudio, la ocupación, el tipo de suelo, las irregularidades en altura, en planta y el sistema estructural, con todos estos datos el software procedió a calcular una aceleración espectral en función al periodo, este procedimiento es el mismo tanto para la dirección "X" como para la dirección "Y". Una vez hecho esto se procedió a cargar el sismo dinámico a la estructura por medio del comando Load cases, en el cual se asignó el tipo de caso de carga como Response Spectrum y el tipo de carga como aceleración, en el cual se asignó el 100% de la fuerza de la gravedad en la dirección principal y el 30% en la otra dirección.

Llegado a este punto se procedió a correr el programa para lecturar los resultados, con dichos datos se verificó las irregularidades en altura (Ver tabla 17) y en planta (Ver tabla 18) para corroborar si se había asignado de manera correcta el coeficiente de irregularidades en la sección de responsabilidad espectral, de la misma forma con los datos de la cortante calculada por el software se procedió a verificar cuanta cortante absorbían las columnas (Ver tabla 20) y las placas (ver tabla 21), el reglamento nacional de edificaciones nos brinda porcentajes de cortante de columna y placas para de esta forma determinar el sistema estructural, en el cual se verificó que el sistema estructural de la vivienda multifamiliar era de muros estructurales (Ver tabla 22).

Una vez subsanado todas las faltas se procedió a volver analizar la estructura para poder determinar los periodos de la estructura (Ver tabla 23), las frecuencias (Ver tabla 24) y por último la masa participativa de la estructura (ver tabla 25) la cual el reglamento nacional de edificaciones nos indica que debe ser por lo menos el 90% en la dirección traslacional y rotacional, de igual forma a manera de verificación se tiene que observar que para el primer periodo de vibración la masa influyente sea en la dirección traslacional de esta manera aseguramos que la estructura no fallará por rotación.

Para el análisis tiempo historia se investigó los sismos más influyentes en la zona peruana considerada zona de alta actividad sísmica, por lo cual se optó por utilizar los sismos de Lima en 1966 y Lima 1977, ya que son considerados sismos históricos por su gran magnitud que presentaron, dejando muchos daños infraestructurales en el Perú sin considerar la cantidad de vidas humanas que se perdieron en esos años, y por último se consideró el último sismo en la zona de estudio, el sismo más fuerte en Trujillo fue producido recientemente en el año 2021 el cual tuvo una magnitud de 5.8

Con la ayuda de la página del instituto geofísico del Perú se pudo obtener las aceleraciones de los sismos producidos en Lima del año de 1966 y 1977 así mismo el de Trujillo 2021, en dicha página nos indica que para la instalación de su acelerómetro considero el eje "X" como Norte-sur y para el eje "Y" Este-Oeste (Ver figura 53).

Con las aceleraciones ya obtenidas se procedió a separar el Norte- Sur del Este-Oeste con su respectivo intervalo de tiempo, esto se hizo para cada sismo con la finalidad de introducir la dirección correcta en el etabs, con la ayuda del comando Time History se pudo introducir todos los sismos con sus respectivas direcciones, una vez hecho esto con la ayuda del comando Load Cases se pudo cargar los sismos a la estructura considerando el tipo de carga como aceleración, en dicho apartado se asignó las aceleraciones de los sismos Norte-Sur para el eje "x" y Este-Oeste para el eje "Y".

Una vez se culminó este último paso el programa analizó todos los cálculos respectivos para el análisis tiempo historia para cada sismo con su respectivo eje direccional, en el cual se pudo observar los desplazamientos, distorsiones, cortantes y momento volcante. Con todos estos resultados obtenidos se procedió a comparar para verificar cuanta diferencia existía entre una aceleración espectral artificial con una aceleración de sismo real y de esta manera verificar que análisis sísmico es más eficaz.

3.6. Método de análisis de datos.

Debido a que nuestro proyecto de investigación cuenta con un enfoque cuantitativo, se procesó los datos por medio de los siguientes softwares de cálculo estructural y programas office tales como ETABS 2016, AutoCAD y Excel, puesto que ayudaron a realizar el estudio de los análisis dinámicos propuestos. Por lo cual, dieron una mejor interpretación de los resultados.

3.7. Aspectos éticos.

Nuestro proyecto de investigación respeta los lineamientos promovidos por la Universidad, la cual permite dar validez y credibilidad a nuestro trabajo, así mismo, se da fe que el planteamiento y desarrollo es de nuestra autonomía, dado a que se actuó con honestidad y responsabilidad.

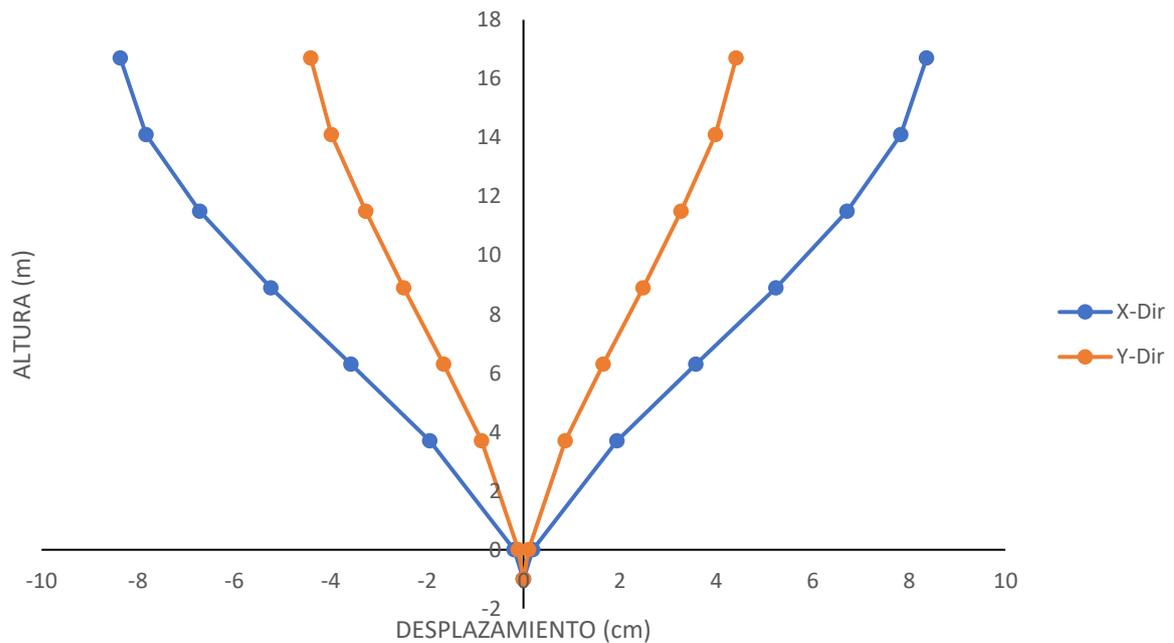
Por ende, toda información que se tomó como referencia en esta investigación, se encuentra ajena a nuestra autoría, por lo cual fueron debidamente citados y referenciados. Así mismo, los resultados que se obtuvieron en el análisis sísmico fueron plasmados tal cual arroja la información recolectada sin caer en el equívoco de generar o falsificar datos no reales que pueden quitarle credibilidad a nuestra investigación. Para así dar beneficencia a la utilidad de un trabajo veraz y confiable.

IV. RESULTADOS.

Tabla 2. Desplazamientos inelásticos en “X” y “Y” con el método Modal Espectral

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		cm	cm
T6	16.7	Top	8.3653	4.4135
T5	14.1	Top	7.8314	3.9862
T4	11.5	Top	6.7143	3.2728
T3	8.9	Top	5.2398	2.4839
T2	6.3	Top	3.5791	1.6564
T1	3.7	Top	1.942	0.8674
NTN	0	Top	0.1952	0.1094
ZAPATA	-1	Top	0	0

Figura 1. Desplazamientos inelásticos en “X” y “Y” aplicando el análisis Modal Espectral

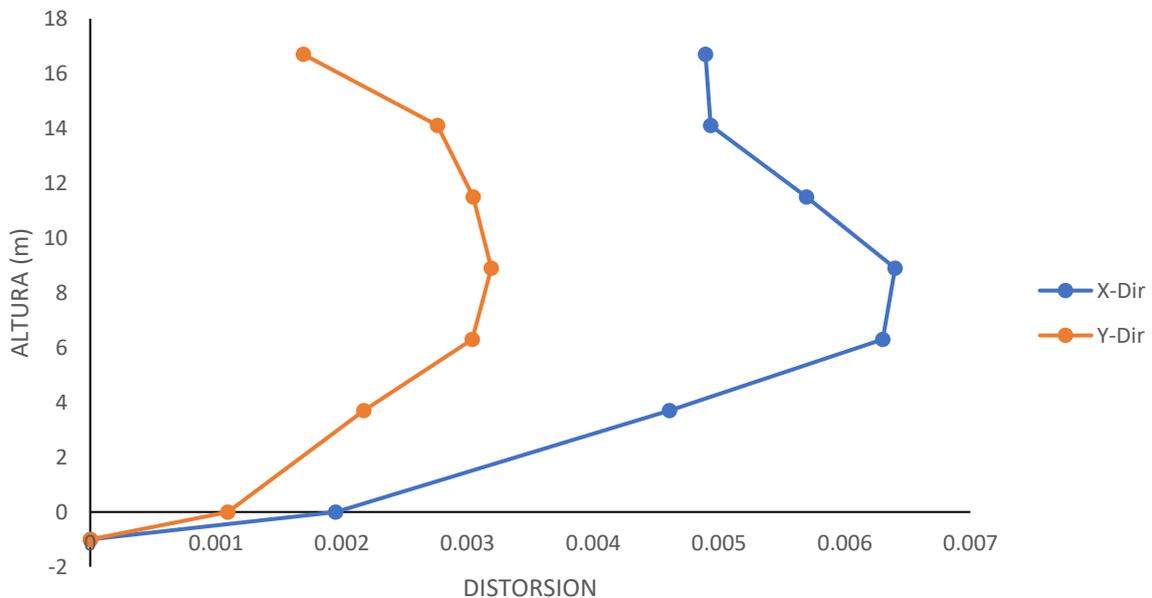


Nota: La figura N°1 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°2 en donde se observa los desplazamientos inelásticos para cada piso en ambas direcciones aplicando el método Modal Espectral, en la dirección X se aprecia que el mayor desplazamiento se produce en el piso 6 presentando un desplazamiento de 8.3653cm y en la dirección Y se observa que su mayor desplazamiento fue de 4.4135cm también producido en el piso 6.

Tabla 3. Distorsiones inelásticas en “X” y “Y” aplicando el método Modal Espectral

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
T6	16.7	Top	0.004894	0.001696
T5	14.1	Top	0.004935	0.002761
T4	11.5	Top	0.005697	0.003046
T3	8.9	Top	0.006401	0.00319
T2	6.3	Top	0.006302	0.003037
T1	3.7	Top	0.004606	0.002175
NTN	0	Top	0.001952	0.001094
ZAPATA	-1	Top	0	0

Figura 2. Distorsiones inelásticas en “X” y “Y” aplicando el análisis Modal Espectral

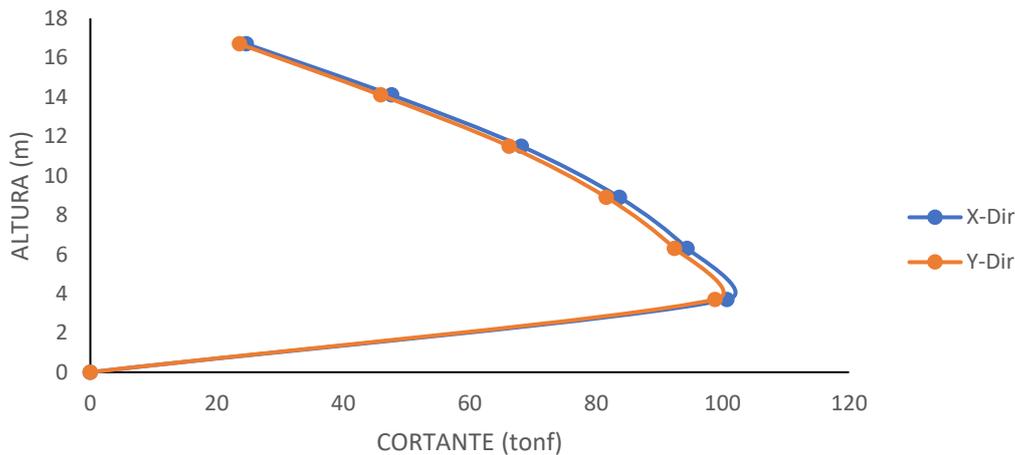


Nota: La figura N°2 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°3 en donde se observa que, aplicando el método Modal Espectral se obtuvo las distorsiones inelásticas para cada piso en ambas direcciones, en la dirección X se aprecia que la mayor distorsión se produce en el piso 3 presentando una distorsión de 0.006401, en la dirección Y su mayor distorsión fue de 0.00319 también producido en el piso 3. Dichas distorsiones deberán ser comparadas con nuestra NTP E.030 (ver figura 52), en la que se observó que ambas direcciones se encuentran dentro del rango permitido.

Tabla 4. Cortante dinámica en “X” y “Y” aplicando el método Modal Espectral

Story	Elevation m	Location	X-Dir tonf	Y-Dir tonf
T6	16.7	Top	24.6508	23.5717
		Bottom	24.6508	23.5717
T5	14.1	Top	47.627	45.8985
		Bottom	47.627	45.8985
T4	11.5	Top	68.1392	66.2033
		Bottom	68.1392	66.2033
T3	8.9	Top	83.6594	81.6037
		Bottom	83.6594	81.6037
T2	6.3	Top	94.3621	92.3666
		Bottom	94.3621	92.3666
T1	3.7	Top	100.681	98.7907
		Bottom	100.681	98.7907
NTN	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

Figura 3. Cortante dinámica en “X” y “Y” aplicando el análisis Modal Espectral

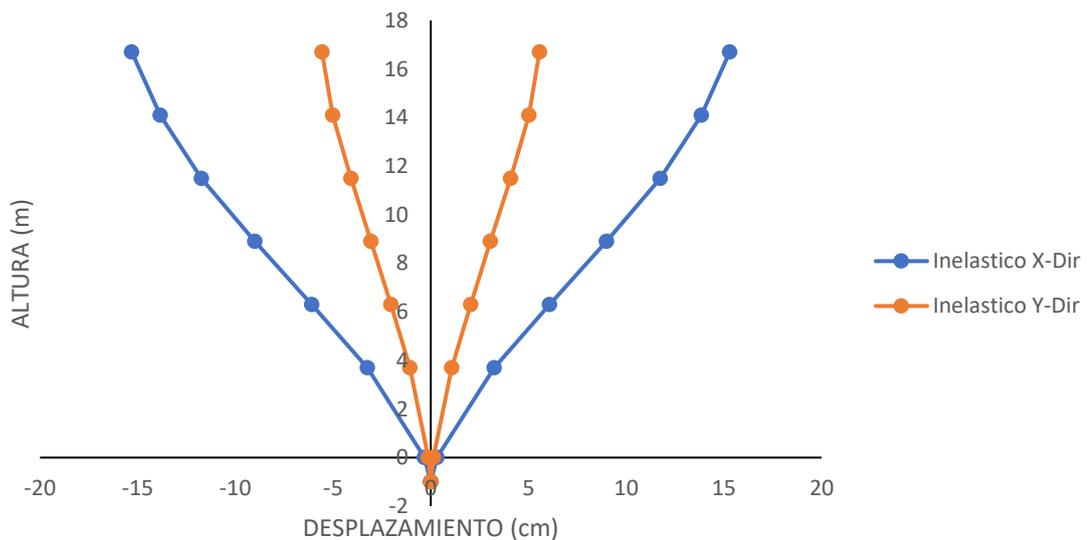


Nota: La figura N°3 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°4 en donde se observa que, aplicando el método Modal Espectral se obtuvo las cortantes dinámicas para cada piso en ambas direcciones, en la dirección X se aprecia que la cortante máxima se produce en el primer piso presentando un valor de 100.6805Tonf, en la dirección Y su cortante máxima fue de 98.7907Tonf también producido en el primer piso. Ambas cortantes en las 2 direcciones fueron comparadas con el criterio que nos indica nuestra NTP E 0.30 la cual nos dice que, la cortante dinámica tiene que ser como mínimo el 80% de la cortante estática (ver figura 51), por tanto, la cortante en ambas direcciones cumplen satisfactoriamente.

Tabla 5. Desplazamientos inelásticos en las direcciones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1966

desplazamientos caso 1: Sismo de Lima 1966 / Magnitud 8.1				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		cm	cm
T6	16.7	top	15.3	5.56425
T5	14.1	top	13.8429	5.02065
T4	11.5	top	11.73735	4.0815
T3	8.9	top	9	3.0573
T2	6.3	top	6.0804	2.0421
T1	3.7	top	3.24135	1.0665
NTN	0	Top	0.3222	0.1314
Z1	-1	Top	0	0

Figura 4. Desplazamientos en “X” y “Y” para el sismo de Lima66

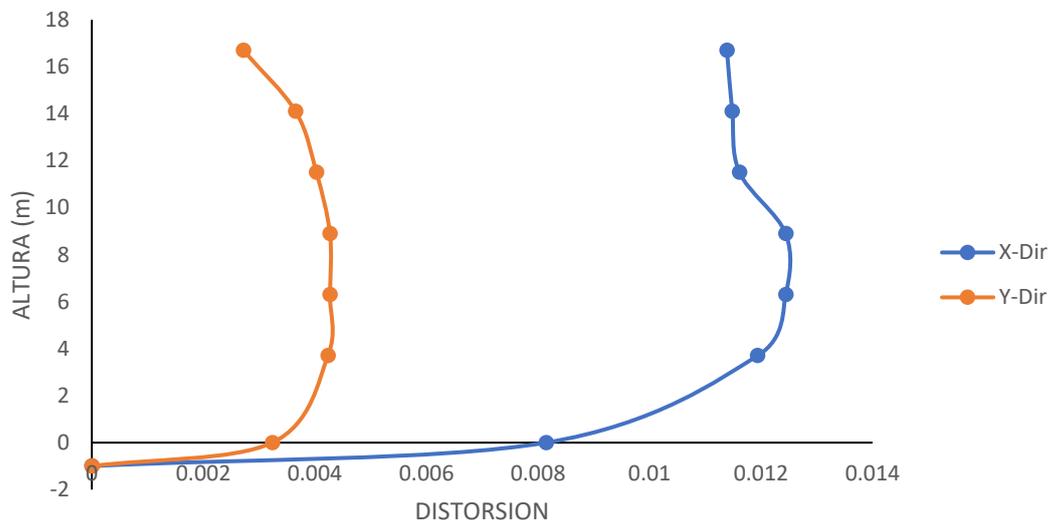


Nota: La figura N°4 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°5 en donde se observa que, para el primer caso del método tiempo historia se utilizó las aceleraciones del sismo de Lima del año 1966 para sacar sus respectivos desplazamientos inelásticos para cada piso de la estructura en ambas direcciones, en la dirección X se aprecia que el mayor desplazamiento se produce en el piso 6 presentando un desplazamiento de 15.30cm y en la dirección Y se observa que su mayor desplazamiento fue de 5.56cm también producido en el piso 6.

Tabla 6. Distorsiones inelásticas en las direcciones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1966

distorsiones caso 1: Sismo de Lima 1966 / Magnitud 8.1							
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	N.T.E030		
			Ineslaticas	Ineslaticas	D < 0.007*1.25	X-Dir	Y-Dir
T6	16.7	Top	0.0113895	0.002718	0.00875	NO CUMPLE	CUMPLE
T5	14.1	Top	0.011484	0.003654	0.00875	NO CUMPLE	CUMPLE
T4	11.5	Top	0.0116145	0.0040275	0.00875	NO CUMPLE	CUMPLE
T3	8.9	Top	0.0124425	0.0042705	0.00875	NO CUMPLE	CUMPLE
T2	6.3	Top	0.0124425	0.0042705	0.00875	NO CUMPLE	CUMPLE
T1	3.7	Top	0.0119385	0.0042345	0.00875	NO CUMPLE	CUMPLE

Figura 5. Distorsiones en “X” y “Y” para el sismo de Lima66

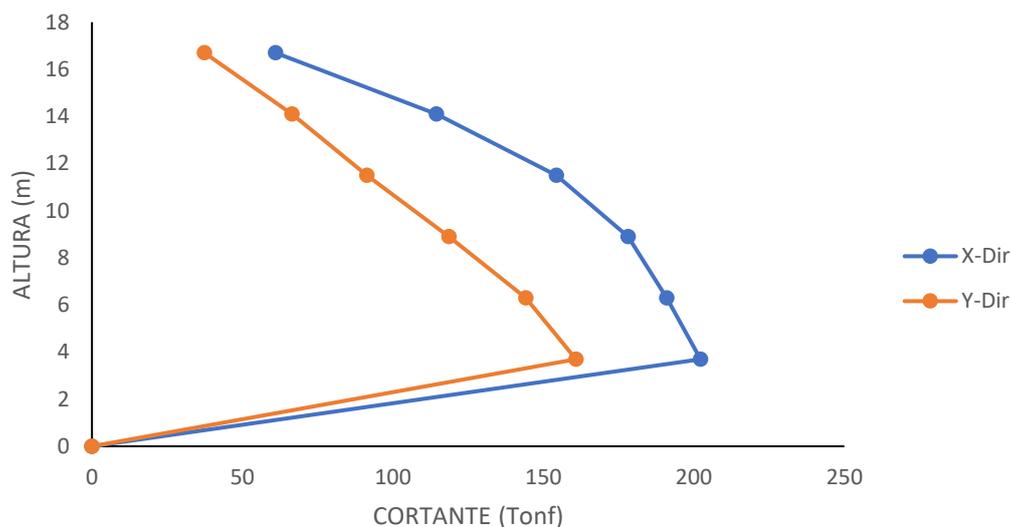


Nota: La figura N°5 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°6 en donde se observa que, en el método tiempo historia se utilizó las aceleraciones del sismo de Lima del año 1966 para sacar sus respectivas distorsiones inelásticas para cada piso de la estructura en ambas direcciones, en la dirección X su mayor distorsión se produce en el piso 3, siendo esta de 0.0124425 la cual no cumple el rango permitido por la normativa E.0.30 (ver figura 53), mientras que en la dirección Y la mayor distorsión también se produjo en el piso 3, está de 0.0042705 la cual si se encuentra dentro del rango permitido.

Tabla 7. Cortante dinámica en las direcciones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1966

Cortante dinámica caso 1: Sismo de Lima 1966 / Magnitud 8.1				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		tonf	tonf
T6	16.7	Bottom	61.02895	37.33319
T5	14.1	Bottom	114.45021	66.40063
T4	11.5	Bottom	154.36487	91.31473
T3	8.9	Bottom	178.12681	118.62959
T2	6.3	Bottom	191.03829	144.20431
T1	3.7	Bottom	202.21445	160.83483
NTN	0	Bottom	0	0

Figura 6. Cortante dinámica para “X” y “Y” con el sismo de Lima66

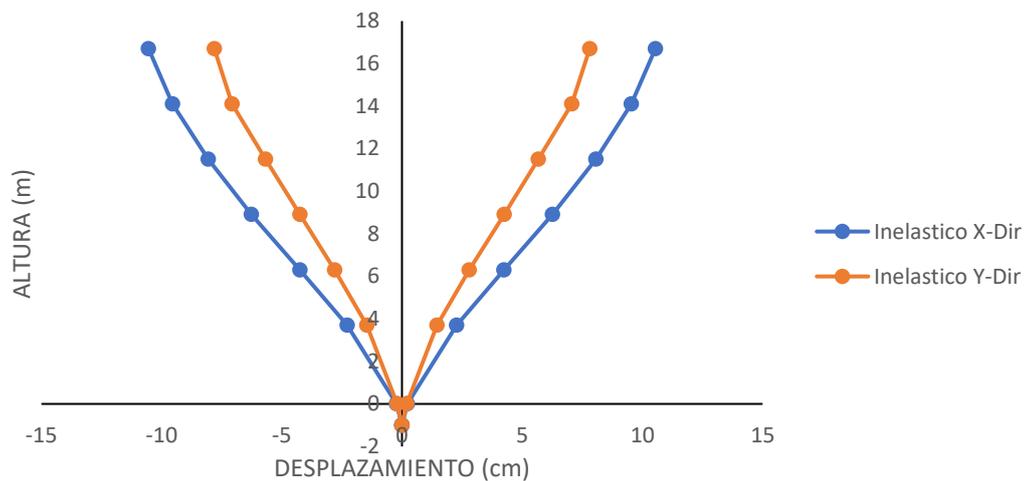


Nota: La figura N°6 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°7 en donde se observa que, para el método tiempo historia se utilizó las aceleraciones del sismo de Lima del año 1966 para sacar su cortante dinámica en ambas direcciones para cada piso de la estructura. Se aprecia que, nuestra cortante máxima en la dirección X se da en el primer piso presentando un valor de 202.21445Tonf, mientras que la cortante máxima para la dirección Y fue de 160.83483Tonf producida también por el primer piso.

Tabla 8. Desplazamientos inelásticos en las direcciones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1974

desplazamientos caso 2: Sismo de Lima 1974 / Magnitud 6.6				
Story	Elevation	Location	Inelastico X-Dir	Inelastico Y-Dir
	m		cm	cm
T6	16.7	top	10.54035	7.80705
T5	14.1	top	9.5436	7.06815
T4	11.5	top	8.06175	5.67
T3	8.9	top	6.2613	4.2489
T2	6.3	top	4.24035	2.7927
T1	3.7	top	2.27385	1.4544
NTN	0	Top	0.22545	0.2025
Z1	-1	Top	0	0

Figura 7. Desplazamientos en “X” y “Y” para el sismo de Lima74

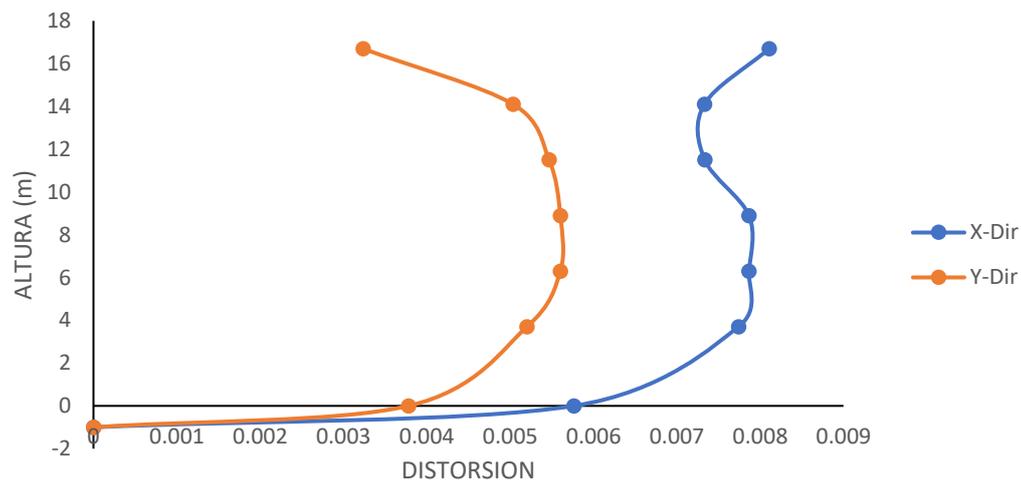


Nota: La figura N°7 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°8 en donde se observa que, para el segundo caso del método tiempo historia se utilizó las aceleraciones del sismo de Lima del año 1974 para sacar sus respectivos desplazamientos inelásticos para cada piso de la estructura en ambas direcciones, en la dirección X se aprecia que el mayor desplazamiento se produce en el piso 6 presentando un desplazamiento de 10.54cm y en la dirección Y se observa que su mayor desplazamiento fue de 7.80cm también producido en el piso 6.

Tabla 9. Distorsiones inelásticas en las direcciones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1974

distorsiones caso 2: Sismo de Lima 1974 / Magnitud 6.6							
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	N.T.E030		
			Ineslaticas	Ineslaticas	D < 0.007*1.25	X-Dir	Y-Dir
T6	16.7	Top	0.008109	0.0032355	0.00875	CUMPLE	CUMPLE
T5	14.1	Top	0.0073305	0.0050355	0.00875	CUMPLE	CUMPLE
T4	11.5	Top	0.007335	0.0054675	0.00875	CUMPLE	CUMPLE
T3	8.9	Top	0.007866	0.0056025	0.00875	CUMPLE	CUMPLE
T2	6.3	Top	0.007866	0.0056025	0.00875	CUMPLE	CUMPLE
T1	3.7	Top	0.00774	0.005202	0.00875	CUMPLE	CUMPLE

Figura 8. Distorsiones en “X” y “Y” para el sismo de Lima74

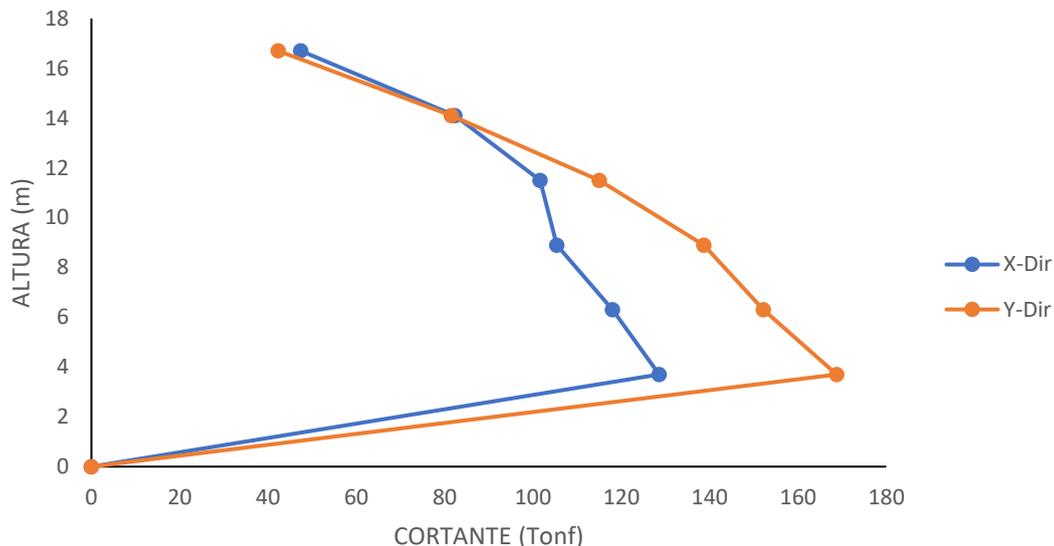


Nota: La figura N°8 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°9 en donde se observa que, en el método tiempo historia se utilizó las aceleraciones del sismo de Lima del año 1974 para sacar sus respectivas distorsiones inelásticas para cada piso de la estructura en ambas direcciones, en la dirección X su mayor distorsión se produce en el piso 6, siendo esta de 0.008109 la cual cumple el rango permitido por la normativa, mientras que en la dirección Y la mayor distorsión se produjo en el piso 3, está de 0.0056025 la cual también cumple el rango permitido por la norma E.0.30 (ver figura 53).

Tabla 10. Cortante dinámica en las direcciones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Lima 1974

Cortante dinámica caso 2: Sismo de Lima 1974 / Magnitud 6.6				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		tonf	tonf
T6	16.7	Bottom	47.44468	42.33909
T5	14.1	Bottom	82.28918	81.48961
T4	11.5	Bottom	101.58722	115.04014
T3	8.9	Bottom	105.43195	138.68789
T2	6.3	Bottom	117.97838	152.1755
T1	3.7	Bottom	128.56986	168.77172
NTN	0	Bottom	0	0

Figura 9. Cortante dinámica para “X” y “Y” con el sismo de Lima74

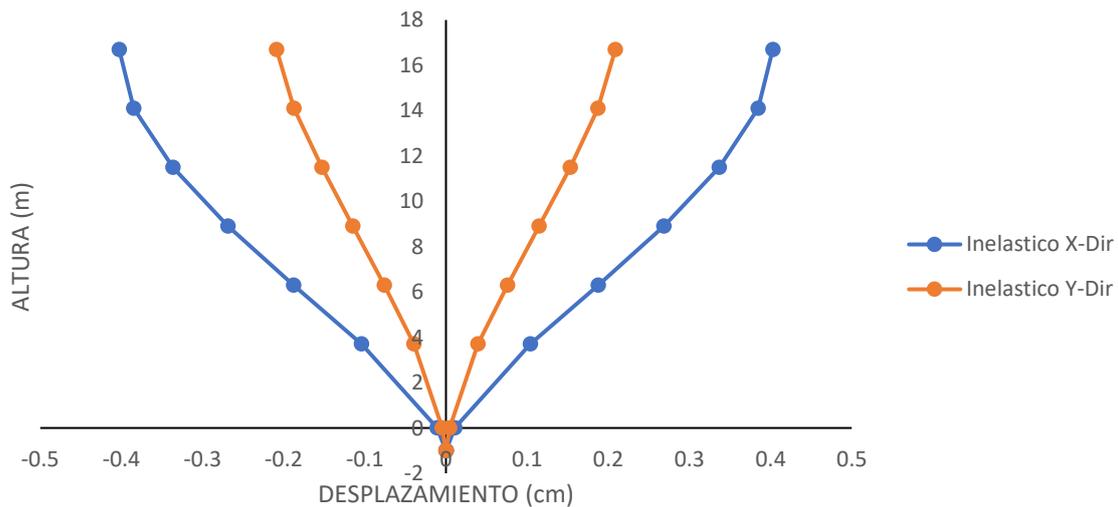


Nota: La figura N°9 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°10 en donde se observa que, para el método tiempo historia se utilizó las aceleraciones del sismo de Lima del año 1974 para sacar su cortante dinámica en ambas direcciones para cada piso de la estructura. Se aprecia que, nuestra cortante máxima en la dirección X se da en el primer piso presentando un valor de 128.56986Tonf, mientras que la cortante máxima para la dirección Y fue de 168.77172Tonf producida también por el primer piso.

Tabla 11. Desplazamientos inelásticos en las direcciones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Trujillo 2021

desplazamientos caso 3: Sismo de Trujillo 2021 / Magnitud 5.8				
Story	Elevation	Location	Inelastico X-Dir	Inelastico Y-Dir
	m		cm	cm
T6	16.7	top	0.40275	0.2088
T5	14.1	top	0.38475	0.1872
T4	11.5	top	0.3366	0.153
T3	8.9	top	0.26865	0.11475
T2	6.3	top	0.18765	0.07605
T1	3.7	top	0.10395	0.0396
NTN	0	Top	0.0108	0.0045
Z1	-1	Top	0	0

Figura 10. Desplazamientos en “X” y “Y” para el sismo de Trujillo21

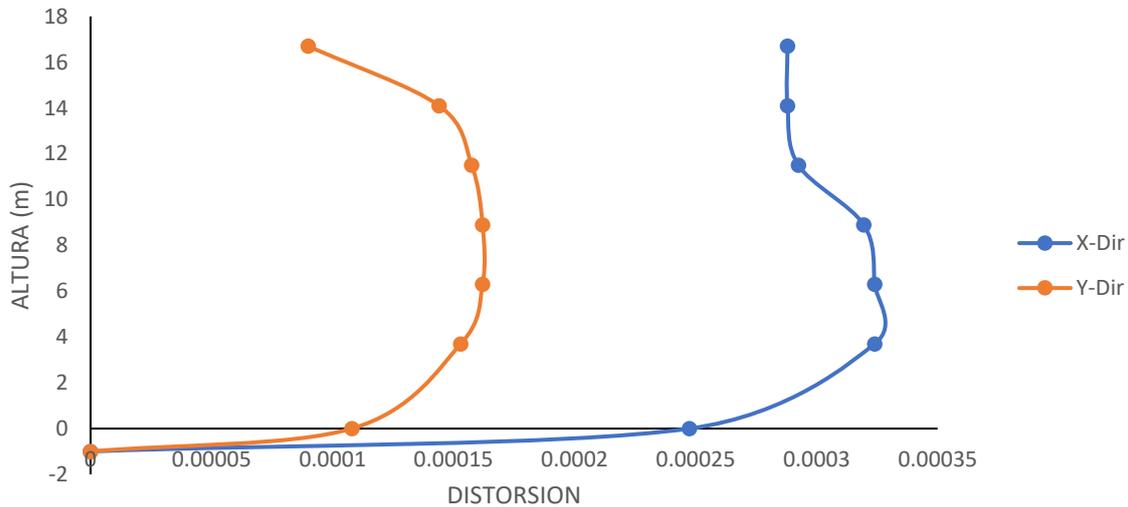


Nota: La figura N°10 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°11 en donde se observa que, para el tercer caso del método tiempo historia se utilizó las aceleraciones del sismo de Trujillo del año 2021 para sacar sus respectivos desplazamientos inelásticos para cada piso de la estructura en ambas direcciones, en la dirección X se aprecia que el mayor desplazamiento se produce en el piso 6 presentando un desplazamiento de 0.40cm y en la dirección Y se observa que su mayor desplazamiento fue de 0.20cm también producido en el piso 6.

Tabla 12. Distorsiones inelásticas en las direcciones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Trujillo 2021

distorsiones caso 3: Sismo de Trujillo 2021 / Magnitud 5.8							
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	N.T.E030		
	m		Ineslaticas	Ineslaticas	D < 0.007*1.25	X-Dir	Y-Dir
T6	16.7	Top	0.000288	0.00009	0.00875	CUMPLE	CUMPLE
T5	14.1	Top	0.000288	0.000144	0.00875	CUMPLE	CUMPLE
T4	11.5	Top	0.0002925	0.0001575	0.00875	CUMPLE	CUMPLE
T3	8.9	Top	0.000324	0.000162	0.00875	CUMPLE	CUMPLE
T2	6.3	Top	0.0003195	0.000162	0.00875	CUMPLE	CUMPLE
T1	3.7	Top	0.000324	0.000153	0.00875	CUMPLE	CUMPLE

Figura 11. Distorsiones en “X” y “Y” para el sismo de Trujillo21

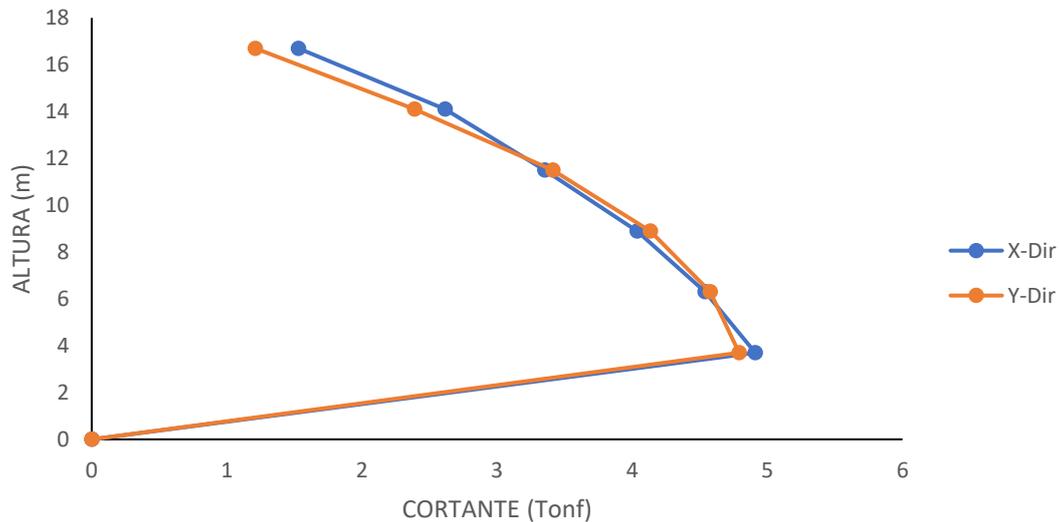


Nota: La figura N°11 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°12 en donde se observa que, en el método tiempo historia se utilizó las aceleraciones del sismo de Trujillo del año 2021 para sacar sus respectivas distorsiones inelásticas para cada piso de la estructura en ambas direcciones, en la dirección X su mayor distorsión se produce en el piso 3, siendo esta de 0.000324 la cual cumple el rango permitido por la normativa, mientras que en la dirección Y la mayor distorsión se produjo también en el piso 3, está de 0.000162 la cual también cumple el rango permitido por la norma E.0.30 (ver figura 53).

Tabla 13. Cortante dinámica en las direcciones “X” y “Y” aplicando el método Tiempo Historia con el sismo de Trujillo 2021

Cortante dinámica caso 3: Sismo de Trujillo 2021 / Magnitud 5.8				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		tonf	tonf
T6	16.7	Bottom	1.5282	1.20963
T5	14.1	Bottom	2.61556	2.38888
T4	11.5	Bottom	3.35342	3.41315
T3	8.9	Bottom	4.03611	4.13417
T2	6.3	Bottom	4.53827	4.57551
T1	3.7	Bottom	4.91111	4.79059
NTN	0	Bottom	0	0

Figura 12. Cortantes en “X” y “Y” para el sismo de Trujillo21

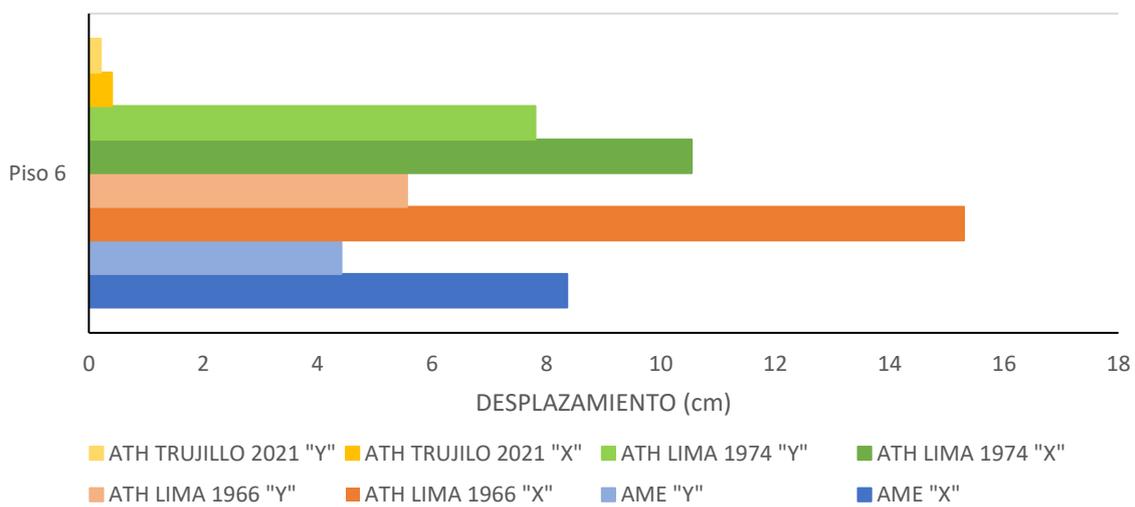


Nota: La figura N°12 interpreta los resultados obtenidos en la tabla N°13 en donde se observa que, para el método tiempo historia se utilizó las aceleraciones del sismo de Trujillo del año 2021 para sacar su cortante dinámica en ambas direcciones para cada piso de la estructura. Se aprecia que, nuestra cortante máxima en la dirección X se da en el primer piso presentando un valor de 4.91111Tonf, mientras que la cortante máxima para la dirección Y fue de 4.79059Tonf producida también por el primer piso.

Tabla 14. Comparación de desplazamientos entre el análisis modal espectral y tiempo historia

TABLE: Comparación de desplazamientos					
Análisis	Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
		m		cm	cm
AME	Piso 6	16.7	Top	8.3653	4.4135
ATH LIMA 1966	Piso 6	16.7	Top	15.3	5.56425
ATH LIMA 1974	Piso 6	16.7	Top	10.54035	7.80705
ATH TRUJILLO 2021	Piso 6	16.7	Top	0.40275	0.2088

Figura 13. Comparación de desplazamientos entre el análisis modal espectral y tiempo historia

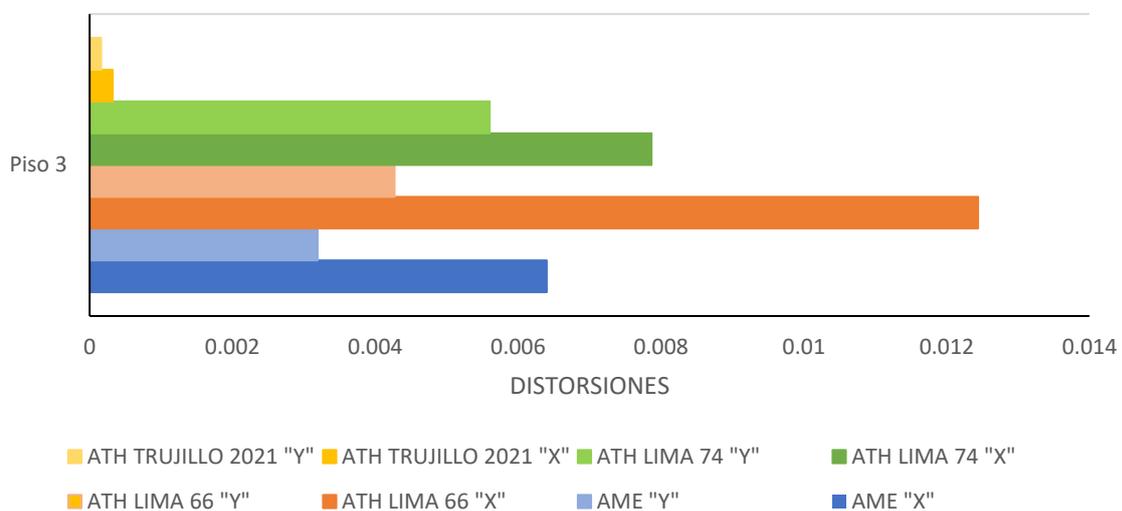


Nota: Después de la comparación del análisis modal espectral y tiempo historia se observó que la estructura en la dirección “X” presenta mayor desplazamiento con el sismo de Lima en el año 1966 llegando a desplazarse 15.3 centímetros, mientras que para la dirección “Y” se observó que el máximo desplazamiento se produce con el sismo de Lima en el año de 1974 llegando a desplazarse 7.80 centímetros, así mismo se observó que los desplazamientos al introducir una aceleración espectral artificial fueron bajos a comparación de una aceleración real, con todo lo mencionado se pudo determinar que el análisis tiempo historia es más eficaz que el análisis modal espectral puesto que sus desplazamientos son más acordes a la realidad.

Tabla 15. Comparación de distorsiones entre el análisis modal espectral y tiempo historia

TABLE: Comparación de distorsiones					
Análisis	Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
		m		cm	cm
AME	Piso 6	16.7	Top	0.006401	0.00319
ATH LIMA 1966	Piso 6	16.7	Top	0.0124425	0.0042705
ATH LIMA 1974	Piso 6	16.7	Top	0.007866	0.0056025
ATH TRUJILLO 2021	Piso 6	16.7	Top	0.000324	0.000162

Figura 14. Comparación de distorsiones entre el análisis modal espectral y tiempo historia

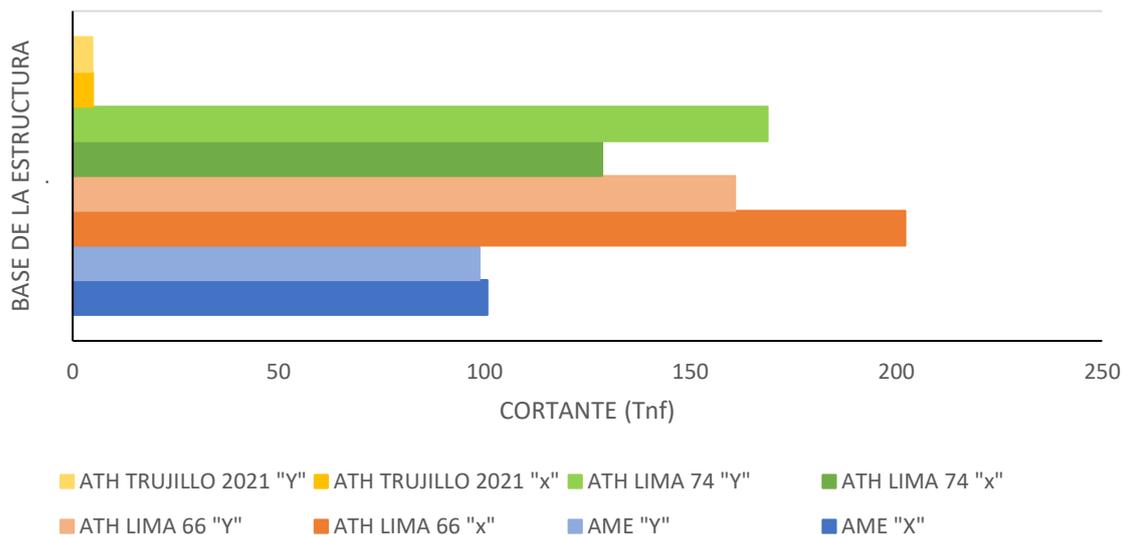


Nota: Después de la comparación entre el análisis modal espectral y tiempo historia se observó que la estructura en la dirección "X" presenta una mayor distorsión con el sismo de Lima en el año 1966 llegando a un drift de 0.0124425, mientras que en la dirección "Y" se observó que la máxima distorsión se produjo con el sismo de Lima en el año de 1974 llegando a un drift de 0.0056025, así mismo se observó que la distorsión máxima al introducir una aceleración espectral artificial fue de 0.006401, con todo lo mencionado se pudo determinar que el análisis tiempo historia es más eficaz que el análisis modal espectral puesto que, los valores de las distorsiones entre ambos métodos son muy alejados.

Tabla 16. Comparación de cortantes entre el análisis modal espectral y tiempo historia

TABLE: Comparación de Cortantes					
Analysis	Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
		m		tonf	tonf
AME	Piso 6	16.7	Bottom	100.6805	98.7907
ATH LIMA 1966	Piso 6	16.7	Bottom	202.21445	160.83483
ATH LIMA 1974	Piso 6	16.7	Bottom	128.56986	168.77172
ATH TRUJILLO 2021	Piso 6	16.7	Bottom	4.91111	4.79059

Figura 15. Comparación de cortantes entre el análisis modal espectral y tiempo historia



Nota: Después de la comparación del análisis modal espectral y tiempo historia se observó que la estructura en la dirección "X" presenta una mayor fuerza cortante con el sismo de Lima en el año 1966 llegando a 202.214tonf, mientras que para la dirección "Y" se observó que la máxima fuerza cortante se produjo con el sismo de Lima en el año de 1974 llegando a un valor de 168.77172tonf, por otro lado, la mayor fuerza cortante introduciendo una aceleración espectral artificial fue de 100.68tonf producida en la dirección "X", con todo lo mencionado se pudo determinar que el análisis tiempo historia es más eficaz que el análisis modal espectral puesto que la diferencia que existe entre las cortantes de ambos métodos es bastante considerable.

V. DISCUSIÓN

Al realizar el análisis modal espectral para una infraestructura de concreto armado, mediante programas de elementos finitos se obtuvo sus respectivos desplazamientos, distorsiones y cortante de la estructura evaluada, por ello la tabla 2 especifica las soluciones obtenidas para los desplazamientos inelásticos en X y Y, del mismo modo la tabla 3 muestra los resultados obtenidos para las distorsiones inelásticas en X y Y, así mismo la tabla 4 muestra los resultados obtenidos para la cortante dinámica en X y Y.

(Marcos Cruz, 2019) analizó un inmueble de 8 niveles ubicado en la ciudad de México, mediante el análisis modal espectral, en sus resultados observo que su cortante basal estática resulto siendo similar a su cortante dinámica, y que sus desplazamientos mayores fueron de 6 y 7 cm ocurridos en el último entrepiso, así mismo en todos los pisos de su estructura para ambas direcciones vio que cumplió satisfactoriamente sus distorsiones ya que se encontraron dentro del límite de seguridad y límite de daños permitidos por su norma, la cual le indica que para el estado límite de seguridad contra colapso sus distorsiones no tienen que pasar el 0.015, por tanto es acorde a nuestra investigación ya que nuestros desplazamientos mayores también se dieron en el último piso, así mismo nuestras distorsiones para ambas direcciones también se encontraron dentro del rango permitido por nuestra NTP E.030.

(Pineda Castro, 2021) desarrolló el método dinámico modal espectral para una edificación de 5 pisos ubicado en el distrito de Huanchaco, en la cual observo que sus máximos desplazamientos se dieron en el último piso de la estructura, donde obtuvo un desplazamiento para la dirección X de 0.0144m y para la dirección Y un desplazamiento de 0.0055m, así mismo obtuvo que, sus distorsiones para ambas direcciones de entre piso fueron menores al 0.007 rango límite de distorsión permitido por la normativa E-030 para infraestructura de concreto armado, de igual forma observo que, también cumplía satisfactoriamente el criterio normativo E-030 para la cortante basal, ya que su cortante dinámica desempeño como mínimo el 80% de su cortante estática, por ende es acorde con nuestra investigación ya que, nuestros desplazamientos para ambas direcciones también se encontraron en el último piso de la estructura, de igual forma nuestras distorsiones y cortante dinámica también cumplieron satisfactoriamente la NTP E.030.

(Obeso Ramírez, 2020) evaluó el análisis método modal espectral a una vivienda de 8 pisos ubicado en el distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo en el cual obtuvo los valores de sus desplazamientos, fuerzas cortantes y distorsiones de entre piso. Utilizando la norma E030 vio que su fuerza cortante mínima no cumplía, por ello tuvo que escalar proporcionalmente su cortante utilizando un factor de escala para la dirección X de 1.40 y un factor de escala para la dirección Y de 1.37, por tanto, difiere de nuestra investigación puesto que, nosotros no tuvimos que utilizar un factor de escala debido a que nuestra fuerza cortante dinámica en la primera base de la edificación no fue menor al 80% de lo calculado mediante el método estático.

Por otra parte, al realizar el Análisis Tiempo Historia para una estructura de concreto armado, mediante programas de elementos finitos se obtuvo sus desplazamientos, distorsiones y cortante de la estructura evaluada utilizando 3 sismos de diferentes magnitud, por ello la tabla 5, tabla 6 y tabla 7 muestran respectivamente los desplazamientos, distorsiones y cortante dinámica para ambas direcciones X y Y aplicando el sismo de Lima 1966, del mismo modo la tabla 8, tabla 9 y tabla 10 muestran sus respectivos desplazamientos, distorsiones y cortante dinámica empleando el sismo de Lima 1974, así mismo la tabla 11, tabla 12 y tabla 13 muestran respectivamente los desplazamientos, distorsiones y cortante dinámica para ambas direcciones X y Y aplicando el sismo de Trujillo 2021.

(Sangucho Pumisacho, 2022) evaluó una edificación de 6 pisos ubicado en Quito capital de Ecuador, empleando el análisis de historia en el tiempo con el registro de los sismos de Chuetsu-Japón 2007, North Palm Springs-EE.UU 1986, Northridge-EE.UU 1994 y Loma Prieta-EE.UU 1989, en donde obtuvo que, sus deslizamientos máximos de piso en la dirección X se produjeron por las ondas sísmicas de North Palm Springs ocurrido en el año 1986, el deslizamiento máximo alcanzado fue de 0.239517m, por otra parte el deslizamiento máximo en la dirección Y fue producido por las ondas sísmicas de Chuetsu ocurrido en Japón del año 2007, el desplazamiento alcanzando fue de 0.227302m. Por tanto, difiere a nuestra investigación puesto que, nuestros valores para los desplazamientos máximos de piso fueron menores, obteniendo en el sentido X un desplazamiento máximo de 0.153m producido por el terremoto de la ciudad de Lima del año 1966, en el sentido Y alcanzo un desplazamiento máximo de 0.0780705m generado por el terremoto de la ciudad de Lima del año 1974.

(Núñez Palacios, 2017) desarrollo el método tiempo-historia para evaluar una edificación de 5 pisos ubicada en la provincia ecuatoriana de Manabí, definiendo un acelerograma sintético en base a las características del terreno en donde se encuentra ubicada la estructura evaluada, por consiguiente, obtuvo que su máxima fuerza en la base para la dirección X fue de 1181tonf y en el sentido Y obtuvo una cortante de 346,24tonf. Por tanto, difiere a nuestra investigación puesto que, nuestros valores obtenidos para la cortante dinámica fueron menores a los obtenidos por Núñez, en la dirección X nuestra cortante obtuvo un valor de 202.21445tonf producido por el sismo de Lima en 1966 y el valor obtenido para la cortante dinámica en la dirección Y fue de 168.77172tonf generado por el sismo de Lima en 1974.

(Inga Paz, 2020) analizo 2 inmuebles de 6 niveles ubicados en la urbanización San Isidro de Trujillo empleando los terremotos de la ciudad de Ica-Perú 2007 y el sismo de Yungay-Perú 1970. Según el análisis realizado, verificó que las deformaciones para ambos edificios en estudio no cumplen con lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones puesto que, sus distorsiones de entre piso de ambos inmuebles analizados con los 2 terremotos sobrepasaron el límite de distorsión permitido ($D < 0.007 * 1.25$ para edificaciones de concreto armado) por lo cual ambos inmuebles resultaron siendo muy perjudiciales frente a los terremotos estudiados. Por ende, difiere a nuestra investigación dado que, para los 3 sismos empleados nuestras distorsiones si cumplen con la NTP E.030

Así mismo, se determinó el análisis comparativo entre el análisis modal espectral y análisis tiempo historia aplicado a una estructura de concreto armado, comparando sus respectivos desplazamientos, distorsiones y cortantes en ambas direcciones, ante ello la tabla 14 muestra la comparación de desplazamientos entre ambos análisis modal espectral y análisis tiempo historia, la tabla 15 muestra la comparación de distorsiones entre ambos análisis modal espectral y análisis tiempo historia y la tabla 16 muestra la comparación de cortantes entre ambos análisis modal espectral y análisis tiempo historia.

(Espinoza Villafane, y otros, 2018) realizaron la comparación de las respuestas sísmicas a un edificio de 16 niveles utilizando el análisis modal espectral y tiempo historia, donde llegaron a la conclusión que los métodos utilizados son de suma importancia para el ámbito estructural, pero se le da mayor relevancia al análisis

dinámico tiempo historia dado a que los resultados de este análisis son de mayor magnitud pues afectan directamente a la estructura de una manera más catastral, por tanto es acorde a nuestra investigación dado a que los valores que obtuvimos por el método tiempo historia superaron al método modal espectral, en donde concluimos que los resultados del método tiempo historia son más significativos dado a que son más acordes a la realidad.

(Flores Flores, 2022) realizó la comparación de las respuestas sísmicas a una vivienda de 5 pisos utilizando el análisis modal espectral y análisis tiempo historia, donde llegó a la conclusión que la estructura es rígida por lo que tiene un movimiento acorde durante un terremoto esto debido a que sus desplazamientos laterales de todos los niveles en ambos sentidos obtenidos por el análisis modal espectral y análisis tiempo historia fueron inferiores a 0.007, en lo que refiere a la fuerza basal por el análisis modal espectral comprobó que el factor de escala es menor a 1.00, mientras que por el método tiempo historia su factor de escala es mayor a 1.00, ante ello la estructura tendría un desplazamiento real ante un evento sísmico a magnitud de 8.00° en la escala de Richter, por tanto difiere a nuestra investigación puesto que nuestra estructura al ser analizada por ambos métodos se comprueba que solo puede soportar exitosamente sismos reales que no sobrepasen magnitudes de 6.6° en la escala de Richter.

(Quispe Cartolin, 2021) realizó la comparación de las respuestas sísmicas a un edificio de 14 pisos utilizando el análisis modal espectral y análisis tiempo historia, donde presento los resultados del análisis sísmico del inmueble, en términos de fuerza cortante en la base, desplazamientos máximos y distorsiones, observo que sus resultados del análisis espectral son menores en por lo menos 1.8 veces a los resultados del análisis tiempo-historia. Al realizar el análisis tiempo historia empleo los sismos de Lima1974 y Lima1966 obteniendo que, con el sismo de Lima66 presenta una cortante mayor en la dirección X de 1128ton y con el sismo de Lima74 presenta una cortante máxima en la dirección Y de 801ton, mientras que, con el análisis espectral su cortante mayor se da en la dirección X siendo esta de 299ton, por tanto difiere a nuestra investigación puesto que nuestra edificación de 6 pisos empleando el análisis tiempo historia con los mismos sismos (Lima66 y Lima74) la cortante con el sismo de Lima66 resulta siendo mayor en la dirección X pues tuvo un valor de 202.21ton y con el sismo de Lima74 la cortante resulta siendo mayor en la dirección Y con 168.77ton, mientras

que empleando el análisis modal espectral la cortante resulto siendo mayor en la dirección X obteniendo un valor de 100.

Con lo expuesto anteriormente afirmamos la hipótesis “el análisis dinámico tiempo historia y modal espectral darán una respuesta sísmica favorable frente a una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023”, puesto que los resultados sísmicos fueron favorables al aplicar una aceleración espectral artificial (AME), por otra parte la estructura da una respuesta sísmica favorable al ser sometido por aceleraciones reales (ATH) que no superen una magnitud de 6.6 en la escala de Richter.

El estudio “Análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral aplicado a una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023” tiene ciertas limitaciones esto a consecuencia de que en la normativa peruana E.030 vigente, no se encuentran muchos criterios a considerar para el análisis tiempo historia, así mismo no es común realizar este estudio debido a que requiere un costo mayor tanto para la fase de análisis como para el diseño estructural, pues el ciudadano de esta ciudad no considera que Trujillo sea una zona sísmica, por tal motivo no guarda precauciones al momento de construir su vivienda. Por tanto, es una variable determinante de que en muchos casos sea difícil de controlar los colapsos estructurales ante la presencia de un sismo de gran magnitud en el Perú.

Por otra parte, los resultados obtenidos al realizar la comparación entre los métodos dinámicos modal espectral y tiempo historia permite establecer ciertos criterios para las futuras investigaciones que desean tomar el tema de estudio tratado en la presente tesis, entre los criterios que pueden tener en cuenta es que empleen sismos con aceleraciones mayor a 150 cm/s^2 , otro criterio a tener en cuenta seria considerar normas extranjeras con más estudios en el análisis tiempo historia, esto con el objetivo de tener un impacto en las infraestructuras del Perú para que estas sean más resistencias al momento de producirse un sismo y de esa manera salvaguardar las vidas humanas.

Así mismo los resultados de este estudio facilitan a los ingenieros los pasos a seguir para modelar una estructura en el programa Etabs, de igual forma facilita el cálculo que se realiza al hacer el análisis modal espectral y tiempo historia para la predicción de desplazamientos, distorsiones y fuerza cortante.

VI. CONCLUSIONES

- Después de haber realizado la comparación de los análisis dinámico modal espectral y tiempo historia según los parámetros establecidos en nuestra normativa E.030, se observó que empleando los registros sísmicos históricos tales como los ocurridos en Lima en el año de 1966 y 1974, superan considerablemente los valores obtenidos al análisis modal espectral, mientras que, comparando el último registro sísmico de Trujillo ocurrido en el año 2021 se contempla que los resultados fueron inferiores al pseudo espectro de aceleración, esto debido a que el registro sísmico fue bajo.
- Luego de haber realizado el análisis modal espectral se examinó los resultados de las distorsiones de la infraestructura llegando a tener los valores de 0.0064 en el eje X y 0.00319 en el eje Y, por lo que se llegó a la conclusión que la vivienda multifamiliar de 6 niveles cumple con las distorsiones establecidas en la normativa peruana E.030, en la cual indica que las distorsiones no deben sobrepasar el 0.007.
- La normativa peruana indica que, para la verificación de la fuerza cortante dinámica en la base, dicha fuerza debe ser mayor al 80% de la fuerza cortante estática, por lo antes mencionado después de realizar el cálculo estático se obtuvo una cortante de 122ton en la dirección "X" y "Y", mientras que la cortante dinámica fue de 100.68ton en la dirección "X" y 98.79 en la dirección "Y", llegando a la conclusión que las cortantes dinámicas no necesitan ser escaladas para la fase de diseño.
- Para el análisis tiempo historia utilizando la aceleración del sismo de Lima del año 1966 se pudo observar que las distorsiones fueron de 0.012 en la dirección "X" y 0.0042 en la dirección "Y", por lo que se llegó a la conclusión que en la dirección "X" la infraestructura no cumple con la distorsión permitida en la normativa peruana E.030 apartado 4.7.3, en el cual indica que dichas distorsiones admisibles deben ser inferiores a 0.008 para estructuras de concreto armado en un sistema de muros estructurales, por otro lado al utilizar los sismos de Lima 1974 y de Trujillo 2021 cumple satisfactoriamente con dicho parámetro.

- Después de haber realizado la comparación de los métodos dinámicos modal espectral y tiempo historia se llegó a la conclusión que el método más eficaz para el análisis estructural fue el tiempo historia, ya que los resultados que arrojo en comparación al análisis modal espectral fueron abismalmente alejados y más acorde a la realidad en caso de suceder un sismo de tal magnitud.
- Luego de haber realizado ambos métodos dinámicos en la infraestructura se llegó a la conclusión que la vivienda multifamiliar soporta exitosamente sismos reales que no sobrepasen magnitudes de 6.6 en la escala de Richter.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar más rigidez el eje "X" incrementado las dimensiones de las columnas o el peralte de las vigas, otro método eficaz sería aumentar el ancho de las placas o en su defecto agregar más muros cortantes en dicha dirección, ya que gracias a los resultados se pudo determinar que las distorsiones en dicha dirección se encuentran en el límite de lo permitido por la normativa peruana.
- Debido a la alta diferencia de resultados establecidos en la normativa peruana E.030 entre el análisis modal espectral y tiempo historia se recomienda hacer un análisis no lineal con el fin de reforzar la estructura.
- Se recomienda diseñar todos los elementos estructurales de la vivienda multifamiliar por el análisis dinámico tiempo historia ya que como se puede observar las cortantes son más grandes que del análisis dinámico modal espectral, sin embargo, por efectos de economía se puede diseñar con los resultados del modal espectral ya que como se pudo observar cumplió todos los requerimientos de la normativa peruana de sismorresistencia E.030.
- Para que el análisis dinámico tiempo historia funcione de manera correcta se recomienda utilizar aceleraciones sísmicas reales que sobrepasen los 150 cm/s².
- Se recomienda hacer el análisis tiempo historia a base de normativas extranjeras, esto debido a que la normativa peruana se encuentra deficiente en cuanto a este tipo de análisis.
- Se recomienda utilizar el análisis estructural tiempo historia para futuras infraestructuras ya que dicho análisis brinda resultados más acordes a la realidad en caso de ocurrir un sismo de gran magnitud, y como ya sabemos en el territorio peruano desde el año de 1966 no ha vuelto a ocurrir un terremoto de magnitud de 8.1 en la escala de Richter, por lo que toda esa energía aún está siendo acumulada y no se sabe cuándo habrá una liberación de dicha energía es por ello que el Perú debe estar preparado en caso ocurra un terremoto catastrófico.

REFERENCIAS

Alarcón, Miguel. 2017. Investigación descriptiva comparativa. 2017.

Alfaro Alfaro, Elio German. 2019. Respuesta sísmica de diferentes edificaciones comunes, aplicando la propuesta de norma E.031, ubicados en la ciudad de Tacna. Tacna. 2019.

Angel Soriano. 2022. Cortante dinámico mínimo en la base. 2022.

Anil Chopra, k. 2018. Dinámica de estructuras. México D.F : pearson , 2018.

Bedecarratz Salvadores, Eduardo. 2018. Modelación no lineal de un edificio de hormigón armado y aplicación de metodología de diseño por desempeño. SANTIAGO DE CHILE, 2018.

Bermudo Anaya, Harol Bressler. 2022. Efectos de la bidireccionalidad sísmica en la respuesta de edificaciones escalonadas de concreto armado, mediante el Análisis Dinámico Modal Espectral (ADM) y el Análisis Tiempo Historia Lineal (ATHL), en la ciudad de Lima. Lima, 2022.

Carlos Monje, Alvares. 2018. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. 2018.

Castillo Cano, Ronald Daniel. 2019. Análisis de la amplificación sísmica de edificios del Cercado de Lima – Lima y La Punta – Callao por medio del método modal espectral y tiempo – historia mediante acelerogramas sintéticos. Lima, 2019.

Cercado Medina, Absalon. 2021. La investigación aplicada. 2021.

Chircca Carrión, Luis Alberto. 2020. Influencia de la Norma E-0.30 del 2006 y 2018 en la capacidad estructural del centro comercial Plaza Veá, Miraflores 2020.

Del Castillo Rodríguez, Felipe Díaz. 2018. METODO DEL ELEMENTO FINITO Y AutoFEM. CUAUTITLÁN IZCALLI, 2018.

Espinoza Villafane, Alejandro y Quinto De la Cruz, William. 2018. Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo-historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar-Lima 2018.

Flores Flores, Hector Efrain. 2022. Comparación del análisis dinámico de una vivienda multifamiliar por los métodos modal espectral y tiempo historia en Concepción. Huancayo, 2022.

Gálvez Avila, Diego Antonio. 2022. Aplicación del análisis dinámico tiempo historia para evaluar la influencia del refuerzo estructural en los edificios aislados de clase A sometidos a registros sísmicos con diferentes mecanismos de falla en Ica-Perú. Lima, 2022.

Herdandez, R, Fernandez, C y Baptista, T. 2017. Metodología de la investigación. 2017.

Inga Paz, Patricio. 2020. Análisis de la vulnerabilidad sísmica frente a los sismos ocurridos en Perú-Yungay 1970 y Perú-Ica 2007, de dos edificios de 06 pisos en urbanización San Isidro, Trujillo. 2020.

Instituto Geofísico del Perú. 2022. Evaluación del Peligro Sísmico en Perú-2022.

Ita Cerna, Luis Alberto. 2021. Estudio comparativo respecto FEMA P-154 y modal espectral respecto la vulnerabilidad sísmica de I. E. Señor De La Soledad. Lima, 2021.

Julian Perez, Porto. 2023. Metodología de la investigación no Experimental.

Katsikadelis, Jhon T. 2020. *Dynamics Analysis of Structures*. s.l. : ELSEVIER, 2020.

López. 2018. Investigación e Innovación Metodológica.

Marcos Cruz, Jose. 2019. Análisis sísmico estático y dinámico modal espectral de un edificio de oficinas y comercio con estructura de concreto reforzado. 2019.

Medina, Miguel, y otros. 2023. Metodología de la Investigación - Técnicas e instrumentos de investigación. 2023.

Norma técnica E.030 Diseño sismorresistente. 2018. Decreto supremo de vivienda. 2018.

Normativa E.030. 2018. Modifican la norma técnica e.030 diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones. 2018.

Núñez Palacios, Alva. 2017. Diseño por desempeño de un edificio de hormigón armado utilizando el método de análisis tiempo-historia. 2017.

Obeso Ramírez, Cesar. 2020. Diseño Estructural en concreto armado de una Vivienda Multifamiliar de 8 niveles en el. 2020.

Paredes Bernal, Raúl Daniel. 2015. Influencia de los elementos no estructurales en la respuesta dinámica de un edificio.

Pineda Castro, Ponce Ramos. 2021. Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo. 2021.

Quispe Cartolin, Pedro Jesus. 2021. Comparacion entre analisis dinamico tiempo-historia en sismos frecuentes y analisis espectral para un edificio de vivienda de 14 pisos. 2021.

Ramirez Flores, Tommy Jheison. 2018. Influencia del agrietamiento en la respuesta sísmica de edificios de concreto armado con sistema dual. Cajamarca, 2018.

Sampieri. 2018. *Metodología de la investigación.* 2018.

Sánchez Vilcapuma, Miguel Ángel. 2022. Evaluación de vulnerabilidad estructural de una edificación construida en los años 80 dentro del distrito de Miraflores mediante análisis lineal tiempo-historia. Lima, 2022.

Sangucho Pumisacho, Silvia. 2022. Comparación de las filosofías de diseño y el desempeño real de una estructura, mediante análisis estático lineal, análisis pushover y análisis de historia en el tiempo en una estructura de hormigón armado, incluyendo elementos no estructurales. 2022.

Seismous Stand, Engineering. 2019. Seismous Engineering & Research, análisis por elementos finitos, 2019

Tómaz Hernández, Eyssautier. 2017. Implementación del análisis modal espectral para una plataforma de elementos finitos. 2017.

Zoltán I. Bocskai, Ph. D. 2023. Time History Analysis. s.l. : Strusoft, 2023.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO TIEMPO HISTORIA Y MODAL ESPECTRAL APLICADO A UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es el comportamiento estructural sísmico mediante el análisis dinámico tiempo historia y modal espectral aplicado a una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023?</p>	<p>Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar el análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral aplicado a una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar el análisis dinámico modal espectral mediante programa de elementos finitos, en una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023. Realizar el análisis dinámico tiempo historia mediante programa de elementos finitos, en una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023. Determinar la metodología más eficaz para el análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral, Trujillo - La Libertad 2023. 	<p>Hipótesis general:</p> <ul style="list-style-type: none"> El análisis dinámico tiempo historia y modal espectral darán una respuesta sísmica favorable frente a una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023. <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> El análisis dinámico modal espectral se podría aplicar a una estructura de concreto. El análisis dinámico tiempo historia se podría aplicar a una estructura de concreto. Mediante el análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral se podría determinar el análisis más eficaz. 	<p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estructura de concreto armado <p>Variables independientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis modal espectral Análisis tiempo historia 	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de investigación <i>Propósito:</i> Aplicada <i>Enfoque:</i> Cuantitativo Diseño de investigación <i>Según su nivel:</i> No experimental <i>Según su temporalidad:</i> Transeccional <i>Según su finalidad:</i> Descriptivo comparativo Población Todas las viviendas ubicadas en la Urb. San Isidro – 2 Etapa del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad. Muestra Vivienda multifamiliar de 6 niveles ubicado en la MZ 01, LOTE 11, Urb. San Isidro 2- Etapa del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V.I 1: modal espectral	Bermudo Anaya (2022), indica que el análisis modal espectral, consta en realizar un cálculo avanzado de los valores máximos de las derivas usando un espectro de diseño, con el cual se puede determinar los desplazamientos máximos, fuerzas máximas en los elementos estructurales, velocidad máxima, aceleración máxima, entre otras magnitudes.	El análisis modal espectral es un método dinámico el cual se caracteriza por su dimensión espectro de respuesta, el cual será medido por el método elementos finitos del programa de análisis estructural ETABS, en el que se hallará los siguientes resultados: desplazamientos, distorsiones y cortante.	Espectro de respuesta	Desplazamientos	Razón
				Distorsiones	
				Cortante	
V.I 2: tiempo historia	Gálvez Ávila (2022), nos explica que un análisis tiempo historia se basa en los registros sísmicos más agresivos e importantes que se dio en la ciudad de estudio, con la finalidad de interpretar dichos resultados sísmicos en una edificación para luego proceder a diseñar la estructura, de dicha forma que, la estructura pueda soportar un evento sísmico de gran magnitud.	El análisis tiempo historia se caracteriza por su dimensión registro sísmico, la cual será medida por el método elementos finitos del programa de análisis estructural ETABS, en el que se hallará los siguientes resultados: desplazamientos, distorsiones y cortante.	Registro sísmico	Desplazamientos	Razón
				Distorsiones	
				Cortante	
V.D: Estructura de concreto armado	Según la Norma técnica E.030 Diseño sismorresistente (2018) nos dice que, la estructura de concreto armado cuenta con muros estructurales, muros de ductilidad limitada, pórticos y sistema dual. Estas tienen que cumplir con todas las exigencias para realizar un correcto diseño sísmico.	La estructura de concreto armado se caracteriza por su dimensión elementos finitos, la cual será medida por una Guía de observación y el programa de análisis estructural ETABS, en el que se hallará los siguientes resultados: periodos, frecuencias y masa participativa.	Elementos finitos	Periodos	Razón
				Frecuencias	
				Masa participativa	

ANEXO 3: Ficha resumen de los estudios encontrados

Título:	
Autor:	
Año:	
Resumen:	<p>Se redacta los trabajos previos revisados en el contexto internacional, nacional y local</p> <p>En referencia a los trabajos previos revisados en el contexto</p> <p>Los resultados del estudio fueron.....</p> <p>El estudio concluyó</p>

ANEXO 4: Ficha técnica

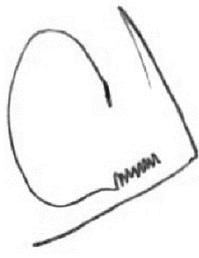
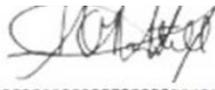
DATOS GENERALES													
UNIVERSIDAD:	César Vallejo												
FACULTAD:	Ingeniería												
ESCUELA:	Ingeniería Civil												
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:	Análisis comparativo del método tiempo historia y modal espectral aplicado a una estructura de concreto armado, Trujillo - La Libertad 2023												
AUTORES:	<ul style="list-style-type: none"> - Peche Melo, Jorge Luis - Valverde Calderón, Maryori Selene 												
MUESTRA:	Vivienda multifamiliar de 6 niveles ubicado en la MZ 01, LOTE 11, Urb. San Isidro 2-Etapa del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.												
RECOLECCION DE DATOS													
<p style="text-align: center;"><u>Analisis tiempo historia</u></p> <div style="border: 1px solid black; width: 80%; margin: 20px auto; height: 80px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p style="margin: 0;">Registro sísmico</p> </div> <p>RESULTADOS:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 60%;">desplazamientos</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>distorsiones</td> <td></td> </tr> <tr> <td>cortante</td> <td></td> </tr> </table>	desplazamientos		distorsiones		cortante		<p style="text-align: center;"><u>Analisis Modal Espectral</u></p> <div style="border: 1px solid black; width: 80%; margin: 20px auto; height: 80px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p style="margin: 0;">Espectro de respuesta</p> </div> <p>RESULTADOS:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 60%;">desplazamientos</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>distorsiones</td> <td></td> </tr> <tr> <td>cortante</td> <td></td> </tr> </table>	desplazamientos		distorsiones		cortante	
desplazamientos													
distorsiones													
cortante													
desplazamientos													
distorsiones													
cortante													

ANEXO 5: Guía de observación

A. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA						
1. FECHA Y HORA			2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA		3. UBICACIÓN CENSAL	
			1. Departamento		1. Nombre del centro poblado (urbanización,barrio, sector, etc.)	
día	mes	año	2. Provincia		2. Manzana N°	
Hora:			3. Distrito		3. Lote N°	
4. DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA						
Avenida () Calle () Jirón () Pasaje () Carretera () Otro ()						
Nombre de la calle, Av, Jr, Pje, etc.						
Referencia:						
B. INFORMACIÓN DEL INMUEBLE POR OBSERVACIÓN DIRECTA						
<i>Desde el exterior se puede observar que:</i>						
1. En caso de colapso, por el predominante deterioro, SI compromete al área colindante ()						
2. En caso de colapso, por el predominante deterioro, NO compromete al área colindante ()						
3. No muestra precariedad ()						
4. No fue posible observar el estado general de la vivienda ()						
<i>Según parámetros Sísmicos del Suelo (De acuerdo a la Norma E.030) se puede observar que:</i>						
La vivienda se encuentra en una zona Sísmica N°:						
Tipo de perfil del suelo:						
Característica del terreno						
Pendiente Muy alta () Alta () Media () Baja () Plana ()						
C. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA						
<i>Cantidad de pisos del complejo multifamiliar:</i>				<i>Según la Norma E.030 para estructuras de concreto armado, la vivienda cuenta con un sistema de :</i>		
1. Cantidad de niveles superiores (Incluido el 1° piso):				muros estructurales ()	pórticos ()	
2. Cantidad de niveles inferiores (Sótano):				muros de ductilidad limitada ()	dual ()	
D. FACTORES CRÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD						
1. El inmueble se encuentra en un terreno inapropiado para edificar SI () NO ()						
2. El inmueble se encuentra expuesto a derrumbes y/o deslizamientos SI () NO ()						
3. OTRO:						
De ser necesario se deberá especificar los otros factores a tener en consideración, viendo la afectación de las edificaciones colindantes						
Determinación general de la vulnerabilidad física						
Variables:			Vulnerabilidad baja	Vulnerabilidad moderada	Vulnerabilidad alta	
Estructural						
Localización						
Calidad Constructiva						
La vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud. Las labores del reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe (a) del hogar. Estas tareas deberán ser asistidas por profesionales de la materia.						

Fuente: elaboración propia, con referencia a la guía de observación de la Resolución Jefatural INDECI

ANEXO 6: Validación de Juicio de Expertos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
<p>Apellidos: Chávez Roncal</p> <p>Nombres: Luis Alberto</p> <p>Título: Ingeniero Civil</p> <p>Grado: Titulado</p> <p>N° Reg. CIP: 74108</p> <p>Observaciones: -----</p>	
<p>Apellidos: Martell Ortiz</p> <p>Nombres: Juan Carlos</p> <p>Título: Ingeniero Civil</p> <p>Grado: Titulado</p> <p>N° Reg. CIP: 153009</p> <p>Observaciones: -----</p>	 ----- Juan C. Martell Ortiz MSc. ING. CIVIL R. CIP 153009
<p>Apellidos: Henríquez Ulloa</p> <p>Nombres: Juan Paul Edward</p> <p>Título: Ingeniero Civil</p> <p>Grado: Titulado</p> <p>N° Reg. CIP: 118101</p> <p>Observaciones: -----</p>	

- Detalles de los evaluadores que validaron nuestros instrumentos:

Detalle de los Datos del Colegiado

Numero CIP : 74108
 Primer Apellido : CHAVEZ
 Segundo Apellido : RONCAL
 Nombres : LUIS ALBERTO
 Sede : LA LIBERTAD
 Condición : HABILITADO
 Fecha Incorporación : 10/06/2003



Formación Académica

PRIMERA ESPECIALIDAD

Capitulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
CIVIL	CIVIL	10/06/2003

Detalle de los Datos del Colegiado

Numero CIP : 153009
 Primer Apellido : MARTELL
 Segundo Apellido : ORTIZ
 Nombres : JUAN CARLOS
 Sede : LA LIBERTAD
 Condición : HABILITADO
 Fecha Incorporación : 21/11/2013



Formación Académica

PRIMERA ESPECIALIDAD

Capitulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
CIVIL	CIVIL	21/11/2013

SEGUNDA ESPECIALIDAD

Capitulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
DE MINAS Y GEOLOGICA	DE MINAS	10/06/2021

Detalle de los Datos del Colegiado

Numero CIP : 118101
 Primer Apellido : HENRIQUEZ
 Segundo Apellido : ULLOA
 Nombres : JUAN PAUL EDWARD
 Sede : LA LIBERTAD
 Condición : HABILITADO
 Fecha Incorporación : 01/07/2010



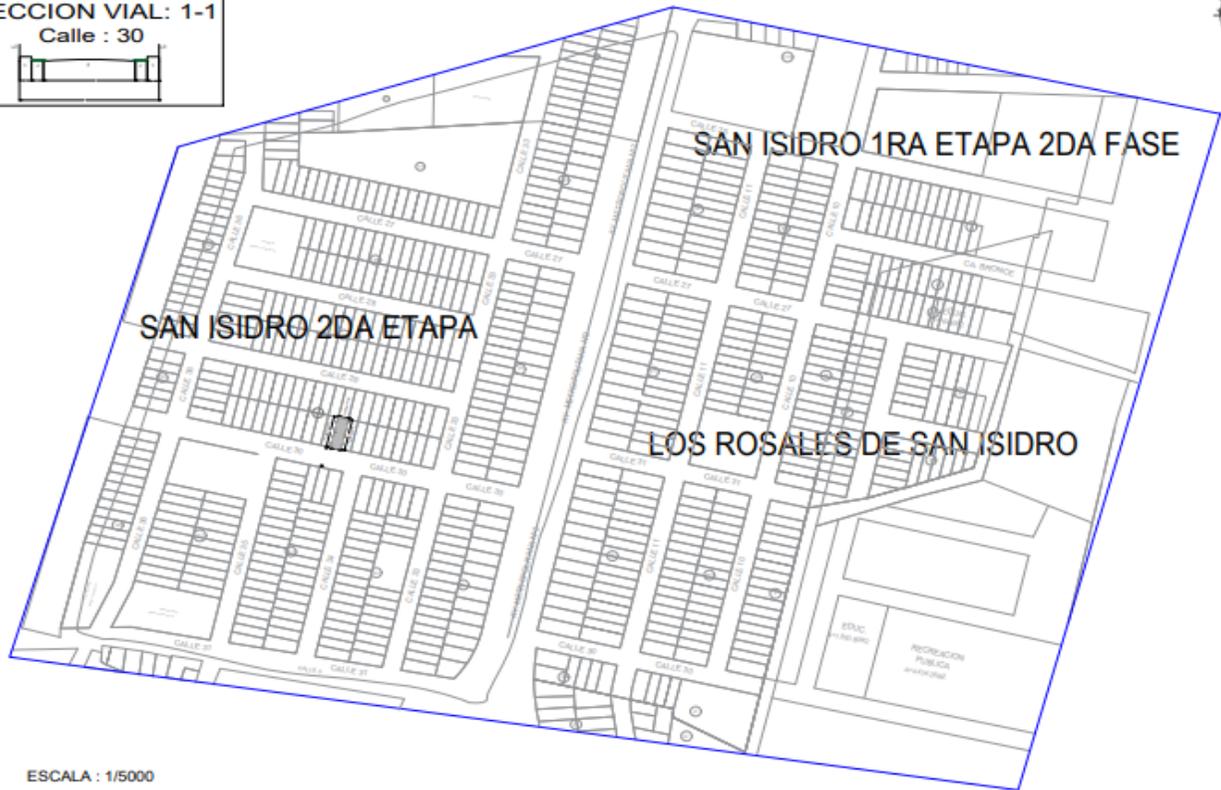
Formación Académica

PRIMERA ESPECIALIDAD

Capitulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
CIVIL	CIVIL	01/07/2010

ANEXO 8: Planos de la vivienda multifamiliar

Plano Catastral



UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



UBICACIÓN DISTRITAL

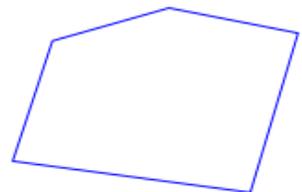


MAPA CATASTRAL DEL DISTRITO DE TRUJILLO

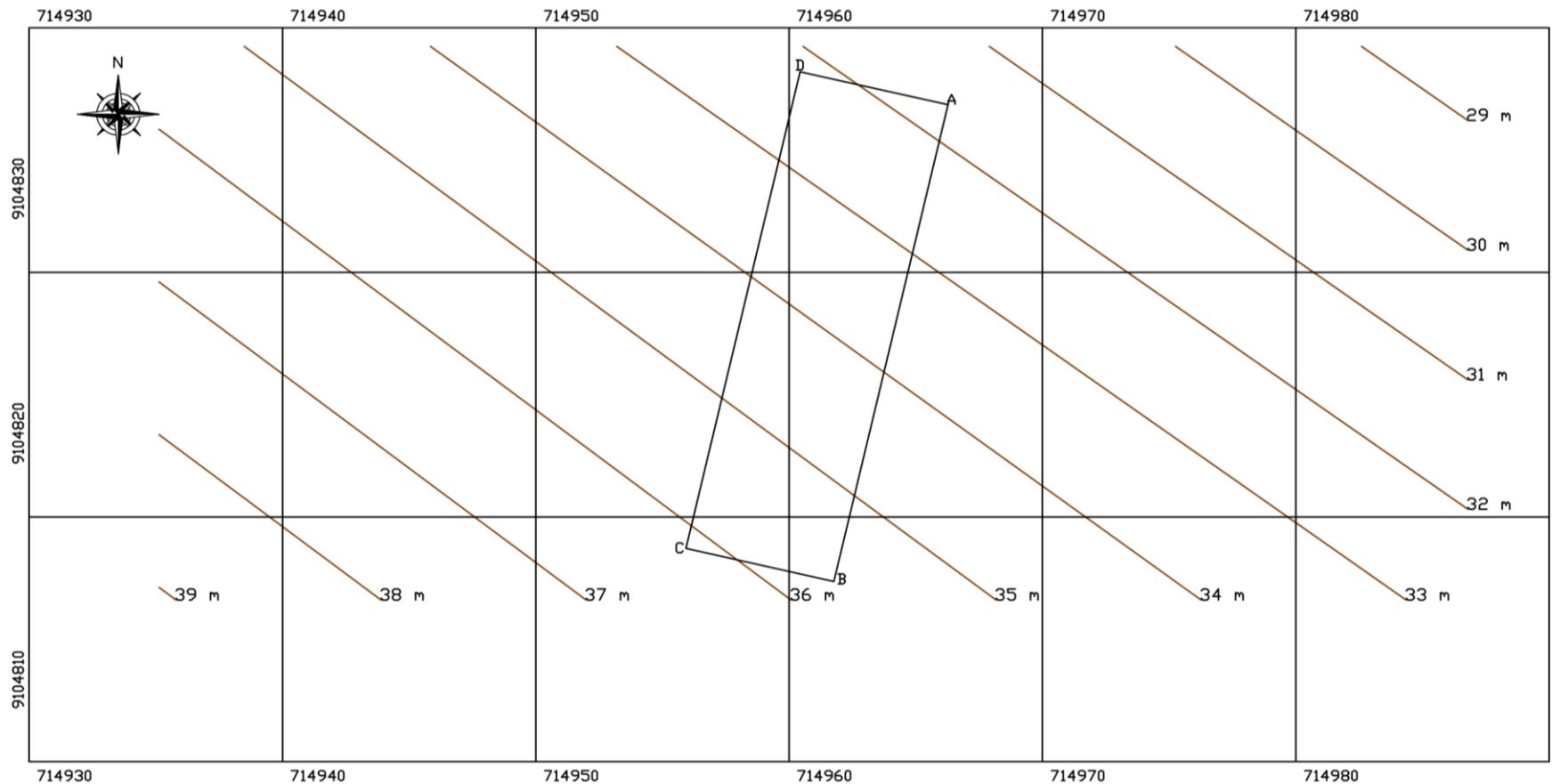
UBICACION:
 DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
 PROVINCIA : TRUJILLO
 DISTRITO : TRUJILLO
 URBANIZACIÓN : SAN ISIDRO II ETAPA
 MANZANA : 01
 LOTE : 11

PROYECTO: MULTIFAMILIAR	
PROPIETARIO: SRTA. STEFANI IVON RODRIGUEZ ESTRADA	
PLANO: CATASTRO TRUJILLO	LAMINA : C-01
ESCALA : INDICADA	FECHA : AGOSTO 2023

TERRENO DE INTERÉS



Plano Topográfico



ESC: 1/250

CUADRO DE CONSTRUCCION				
VERTICE	LADO	DISTANCIA(m)	ESTE	NORTE
A	A-B	20	714966.27	9104836.84
B	B-C	6	714961.76	9104817.36
C	C-D	20	714955.92	9104818.71
D	D-A	6	714960.42	9104838.20



UCV
UNIVERSIDAD
CESAR VALLEJO

Proyecto:

EDIFICIO
MULTIFAMILIAR

Ubicacion:

Mz. 01 Lote 11
Urb. San
Isidro II
Etapa

Propietario:

RODRIGUEZ
ESTRADA
STHEFANI

Plano:

Topografico

Profesionales:

Peche Melo
Jorge Luis

Valverde
Calderon
Maryori

Escala:

1/250

Fecha

Octubre 2023

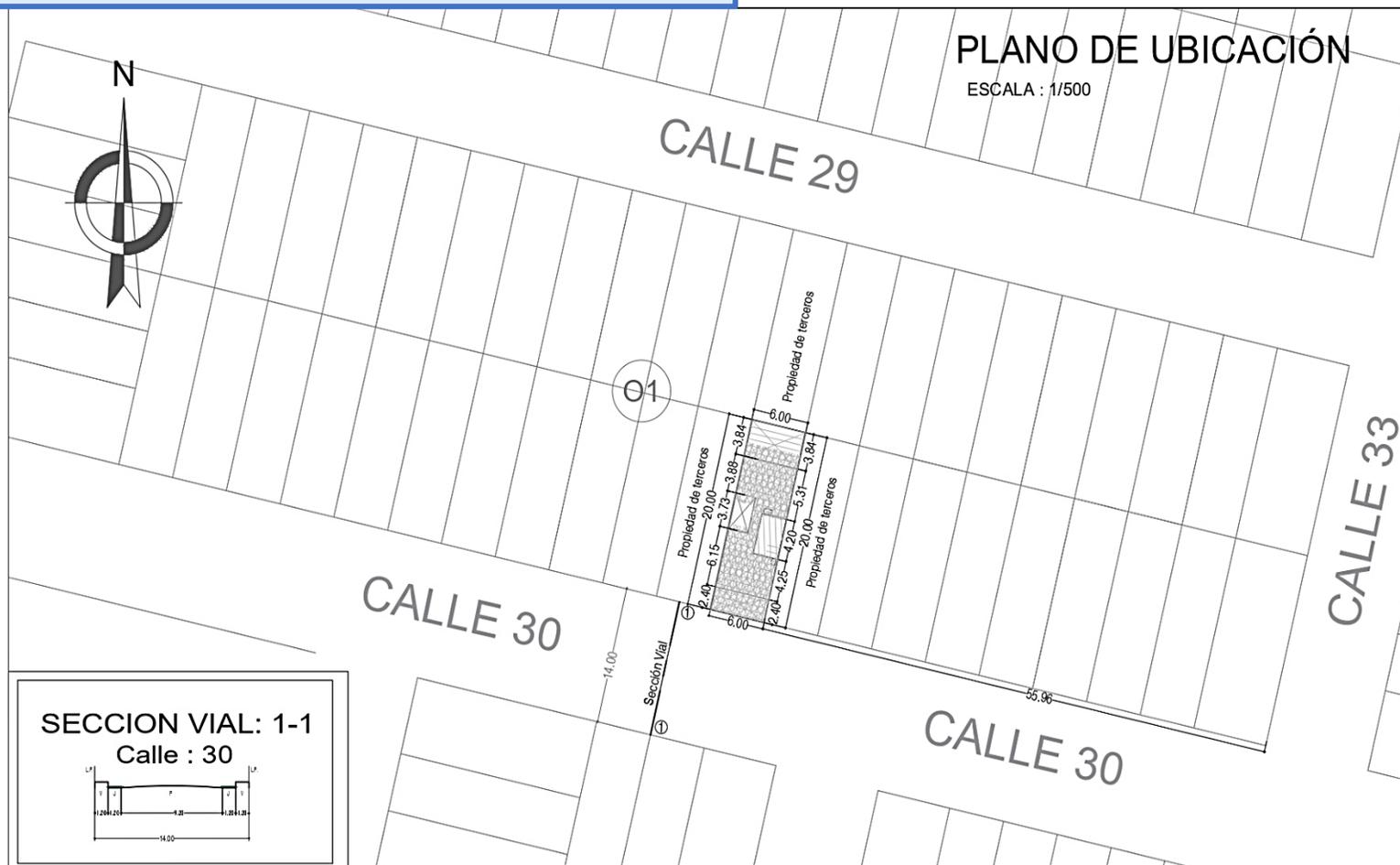
Lámina:

T - 01

Plano de ubicación de la vivienda multifamiliar

PLANO DE UBICACIÓN

ESCALA : 1/500



ESQUEMA DE LOCALIZACION



ZONIFICACION : RDM
 AREA ESTRUCTURACION URB. : IIA
 UBICACION:
 DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
 PROVINCIA : TRUJILLO
 DISTRITO : TRUJILLO
 URBANIZACIÓN : URB. SAN ISIDRO II E.
 MANZANA : 01
 LOTE : 11

PROPIETARIO:
 SRTA. STHEFANI IVON RODRIGUEZ ESTRADA

PROFESIONALES:
 PECHE MELO JORGE LUIS
 VALVERDE CALDERON MARYORI SELENE

PROYECTO: MULTIFAMILIAR

PLANO: LOCALIZACION Y UBICACION
 ESCALA : INDICADA
 FECHA : AGOSTO - 2023
 LAMINA : **U-01**

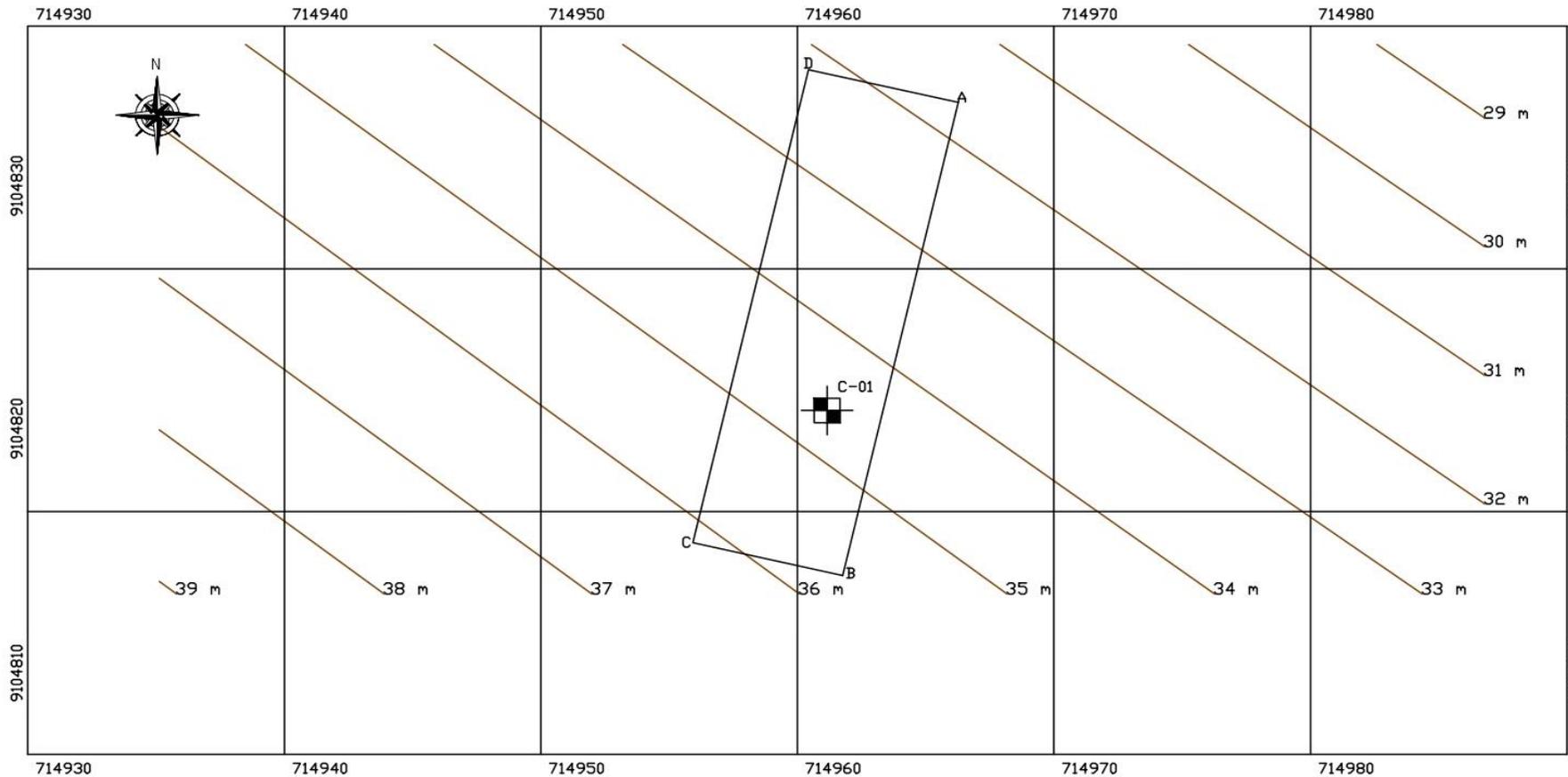
CUADRO NORMATIVO

PARAMETROS	NORMATIVO	PROYECTO
USOS	MULTIFAMILIAR	MULTIFAMILIAR
DENSIDAD NETA	1300 hab./Ha.	1083.33 hab./Ha.
COEF. DE EDIFICACION	libre	4.31
% AREA LIBRE	(*)	17% (*)
ALTURA MAXIMA (FRENTE)	1.5(a+r)	06 pisos (**)
RETIRO MINIMO	AVENIDA	-
	CALLE	-
	PASAJE	-
ALINEAMIENTO FACHADA	SIN VOLADO	Sin volado sobre el L.P
AREA DE LOTE NORMATIVO	120.00 M2	120.00 M2
FRENTE MINIMO NORMATIVO	6.00 ML.	6.00 ml.
Nº DE ESTACIONAMIENTO	1@2V	2 PLAZAS

CUADRO DE AREAS

PISOS/ NIVELES	AREAS DECLARADAS					TOTAL
	Existente	CON D.F.	Nueva	Ampliación	Remodelación	
PRIMER PISO			99.67 M2			99.67 M2
SEGUNDO PISO			87.29 M2			87.29 M2
TERCER PISO			87.29 M2			87.29 M2
CUARTO PISO			87.29 M2			87.29 M2
QUINTO PISO			82.68 M2			82.68 M2
AZOTEA			72.39 M2			72.39 M2
AREA PARCIAL			516.61 M2			516.61 M2
AREA TECHADA TOTAL						516.61 M2
AREA DEL TERRENO						120.00 M2
AREA LIBRE					17 %*	20.33 M2

Plano de ubicación de la calicata



ESC: 1/250



UCV
UNIVERSIDAD
CESAR VALLEJO

Proyecto:

EDIFICIO
MULTIFAMILIAR

Ubicación:

Mz. 01 Lote 11
Urb. San
Isidro II
Etapa

Propietario:

RODRIGUEZ
ESTRADA
STHEFANI

Plano:

CALICATA

Profesionales:

Peche Melo
Jorge Luis

Valverde
Calderon
Maryori

Escala:

1/250

Fecha:

Octubre
2023

Lamina:

CL-01

CUADRO DE CALICATA C-01

Profundidad de Cimentación (m)	Presión Admisible (kg/cm ²)	Factor de Seguridad por Corte Estático	Factor de Seguridad por Corte Dinámico	Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable (cm)
1.50	1.28	3.00	2.50	0.42
1.60	1.35	3.00	2.50	0.44
1.80	1.49	3.00	2.50	0.49

LEYENDA



Calicata-01

Plano de arquitectura – primer y segundo nivel



UCV
UNIVERSIDAD
CESAR VALLEJO

Proyecto:
EDIFICIO
MULTIFAMILIAR

Ubicación:
Mz. 01 Lote 11 Urb.
San Isidro II Etapa

Propietario:
RODRIGUEZ ESTRADA
STHEFANI

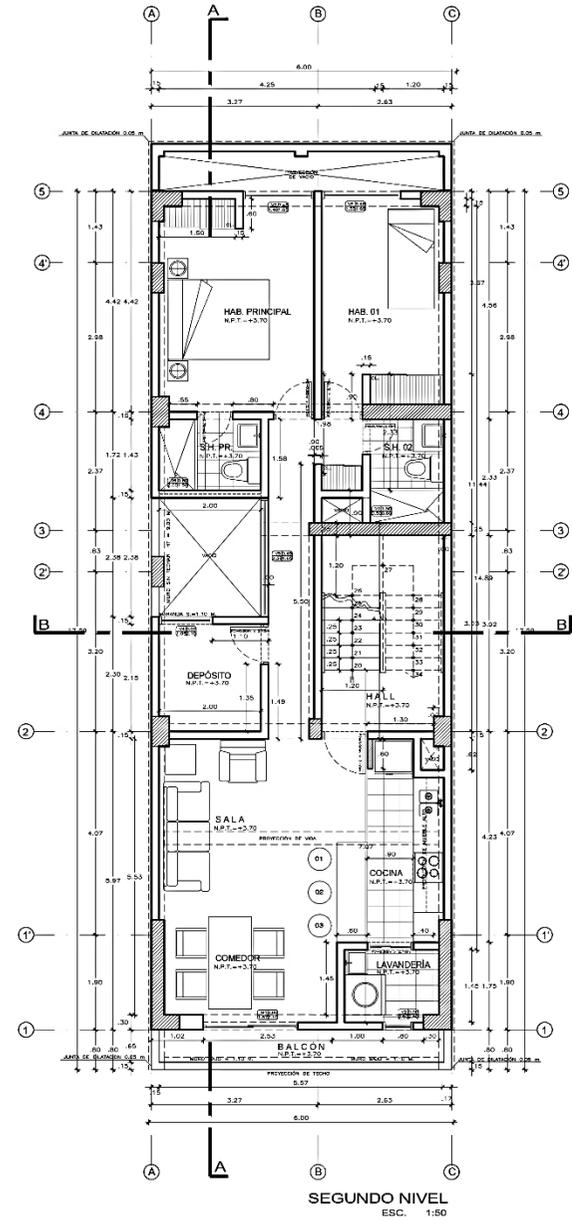
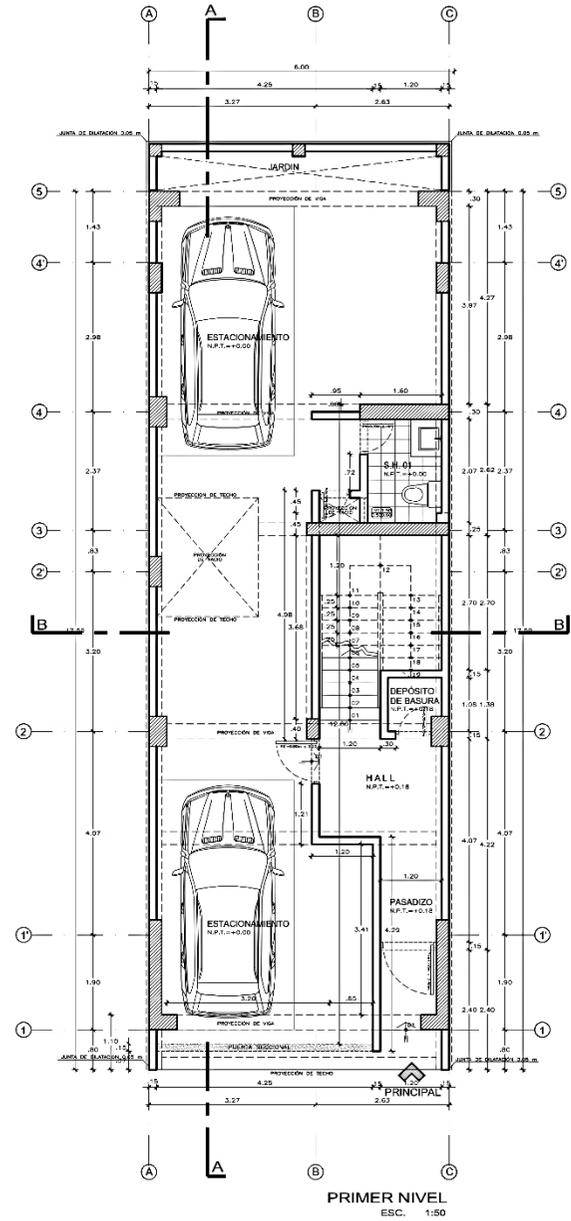
Plano:
ARQUITECTURA
PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN
Primer y Segundo nivel

Profesionales:
Peche Melo Jorge Luis
Valverde Calderon Maryori

Escala:
1/250

Fecha:
Octubre 2023

Lámina:
A-01



Plano de arquitectura – tercer y cuarto nivel



Proyecto:
EDIFICIO
MULTIFAMILIAR

Ubicación:
Mz. 01 Lote 11 Urb.
San Isidro II Etapa

Propietario:
RODRIGUEZ ESTRADA
STHEFANI

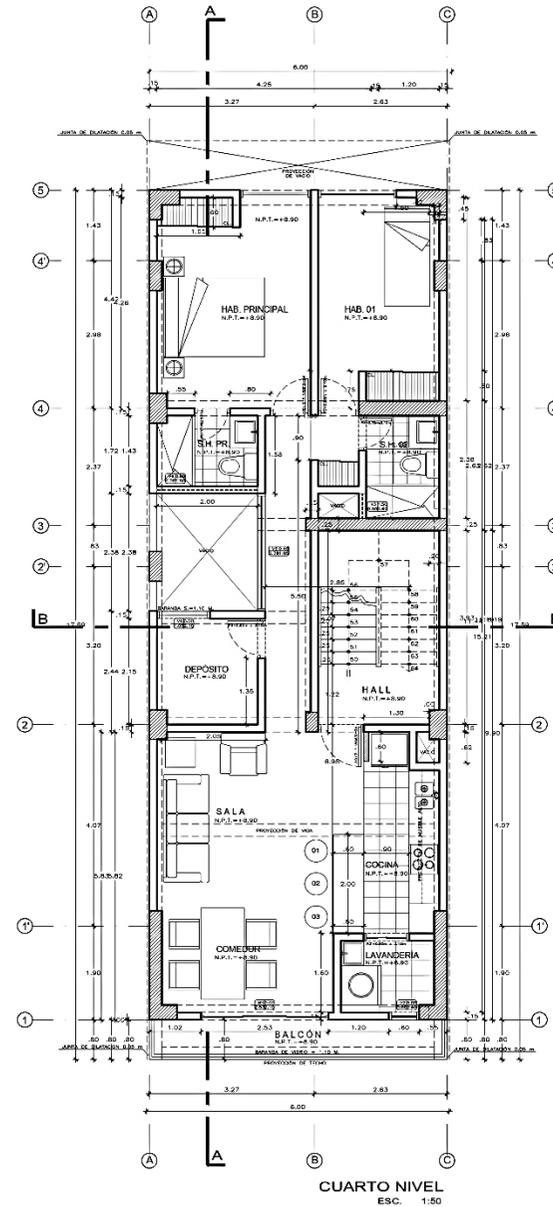
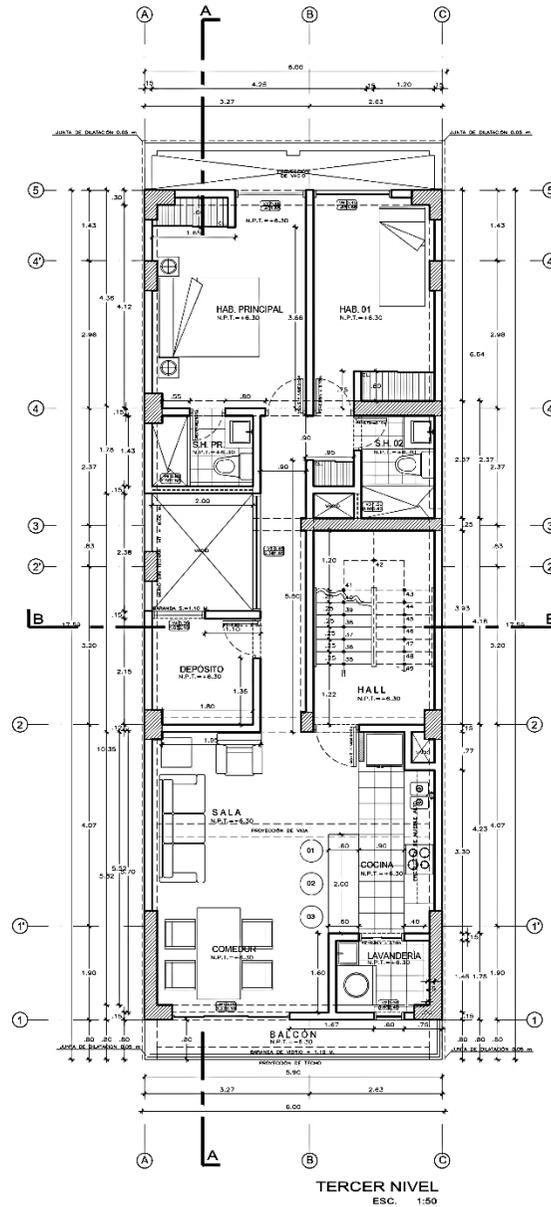
Plano:
ARQUITECTURA
PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN
Tercer y Cuarto nivel

Profesionales:
Peche Melo Jorge Luis
Valverde Calderon Maryori

Escala:
1/250

Fecha:
Octubre 2023

Lámina:
A-02



Plano de arquitectura – quinto y sexto nivel



UCV
UNIVERSIDAD
CESAR VALLEJO

Proyecto:
**EDIFICIO
MULTIFAMILIAR**

Ubicación:
**Mz. 01 Lote 11 Urb.
San Isidro II Etapa**

Propietario:
**RODRIGUEZ ESTRADA
STHEFANI**

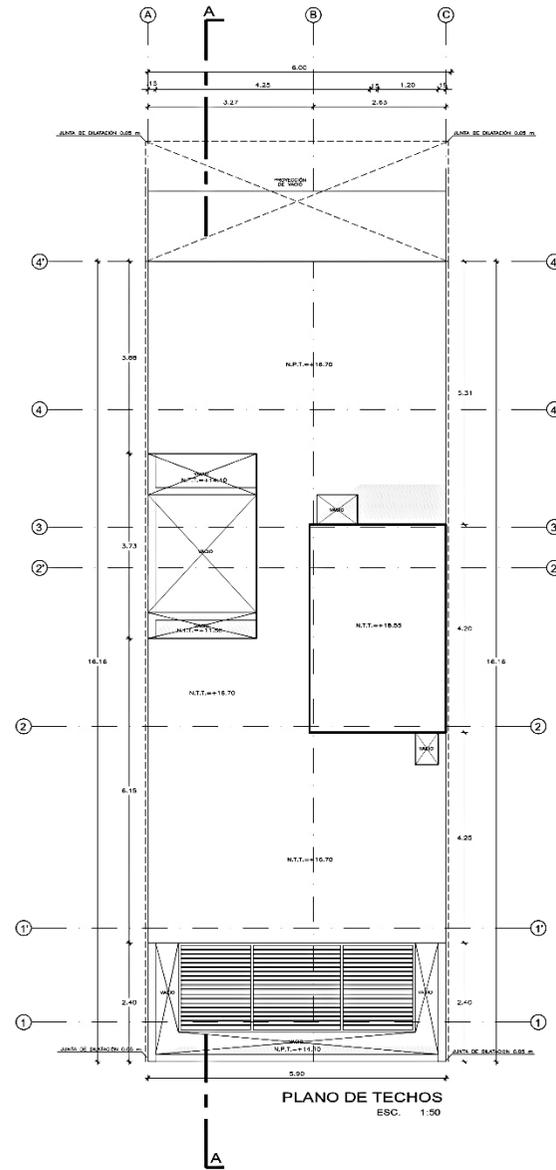
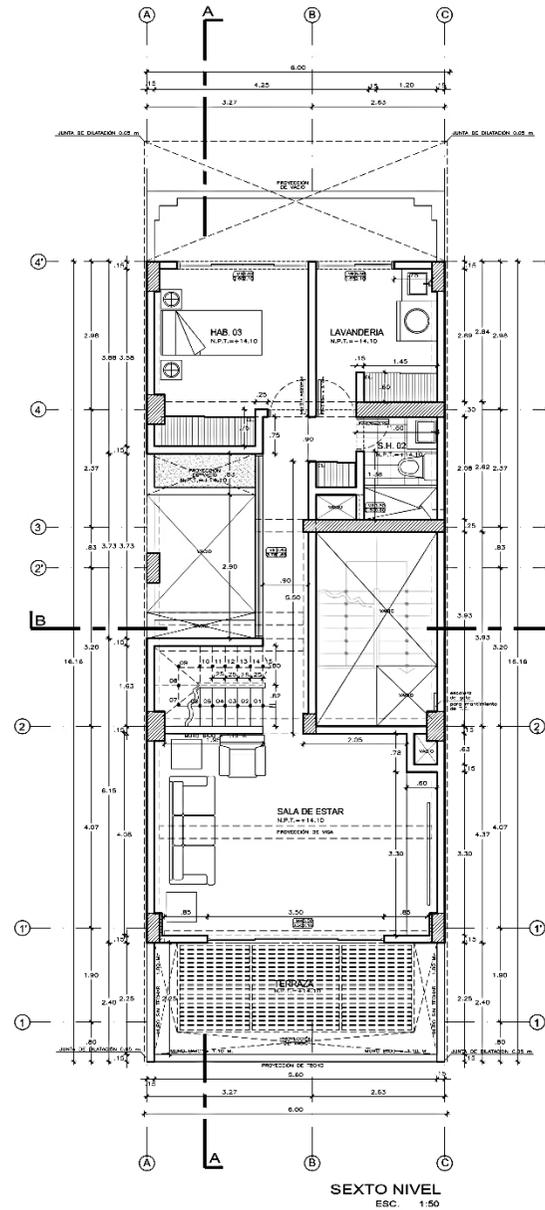
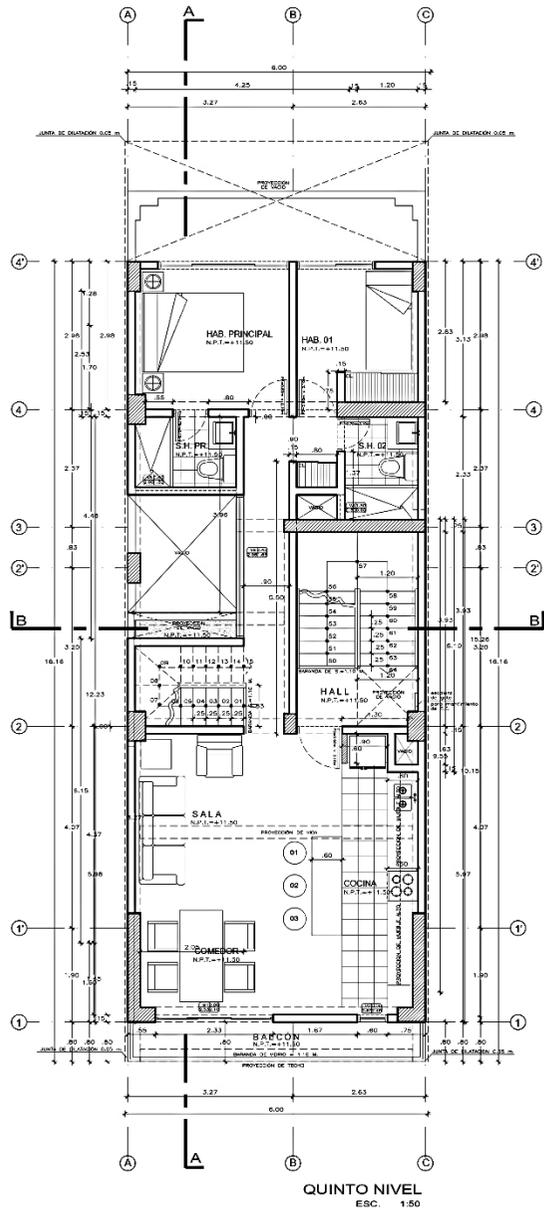
Plano:
**ARQUITECTURA
PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN**
Quinto y Sexto nivel

Profesionales:
**Peche Melo Jorge Luis
Valverde Calderon Maryori**

Escala:
1/250

Fecha:
Octubre 2023

Lámina:
A-03



Plano de arquitectura – elevaciones



Proyecto:
**EDIFICIO
MULTIFAMILIAR**

Ubicación:
**Mz. 01 Lote 11 Urb.
San Isidro II Etapa**

Propietario:
**RODRIGUEZ ESTRADA
STHEFANI**

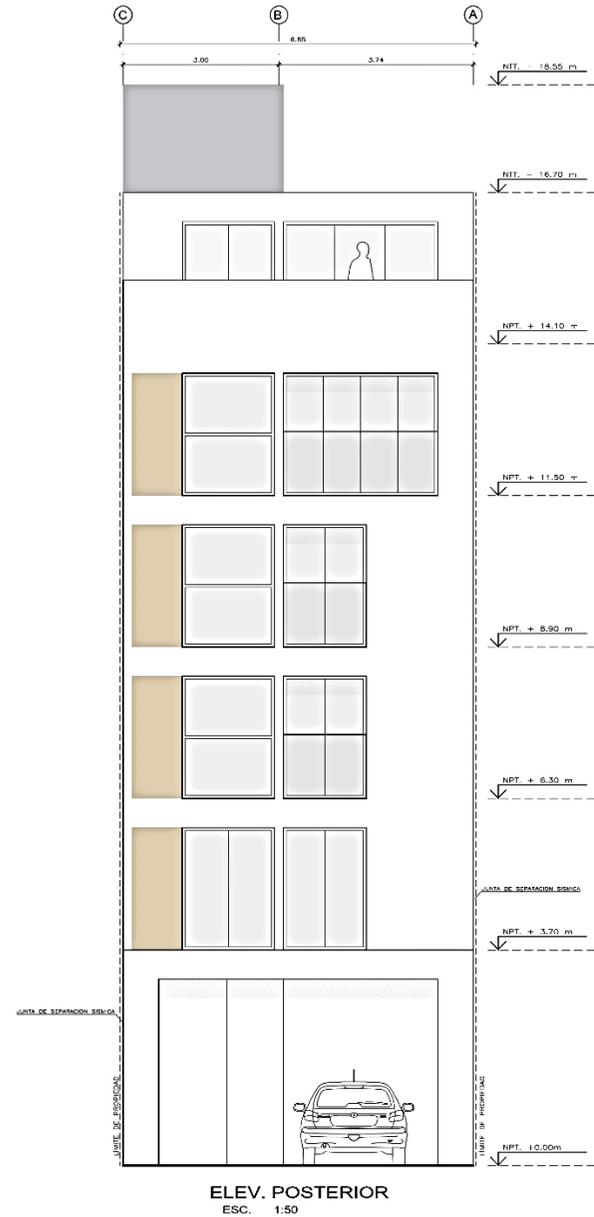
Plano:
**ARQUITECTURA
Elevaciones**

Profesionales:
**Peche Melo Jorge Luis
Valverde Calderon Maryori**

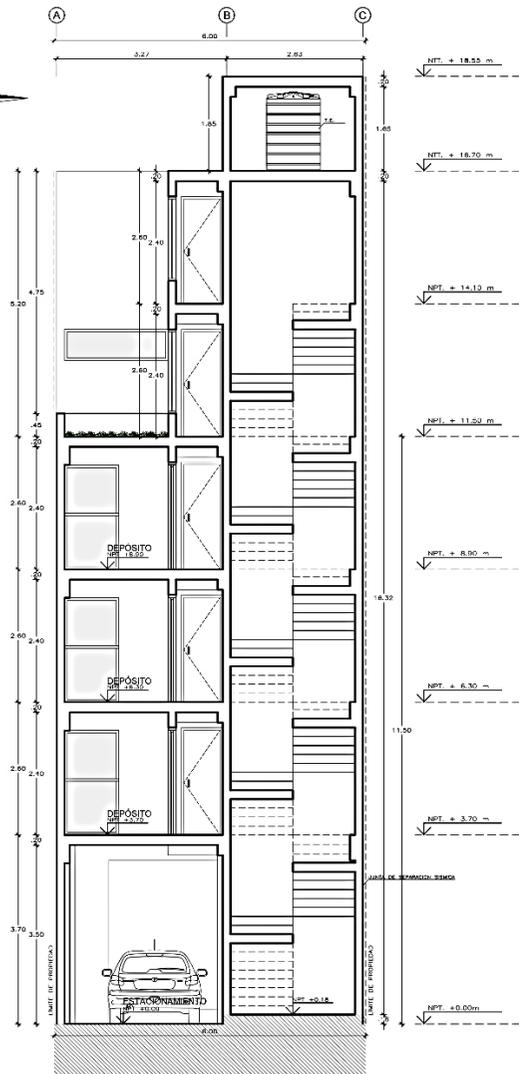
Escala:
1/250

Fecha:
Octubre 2023

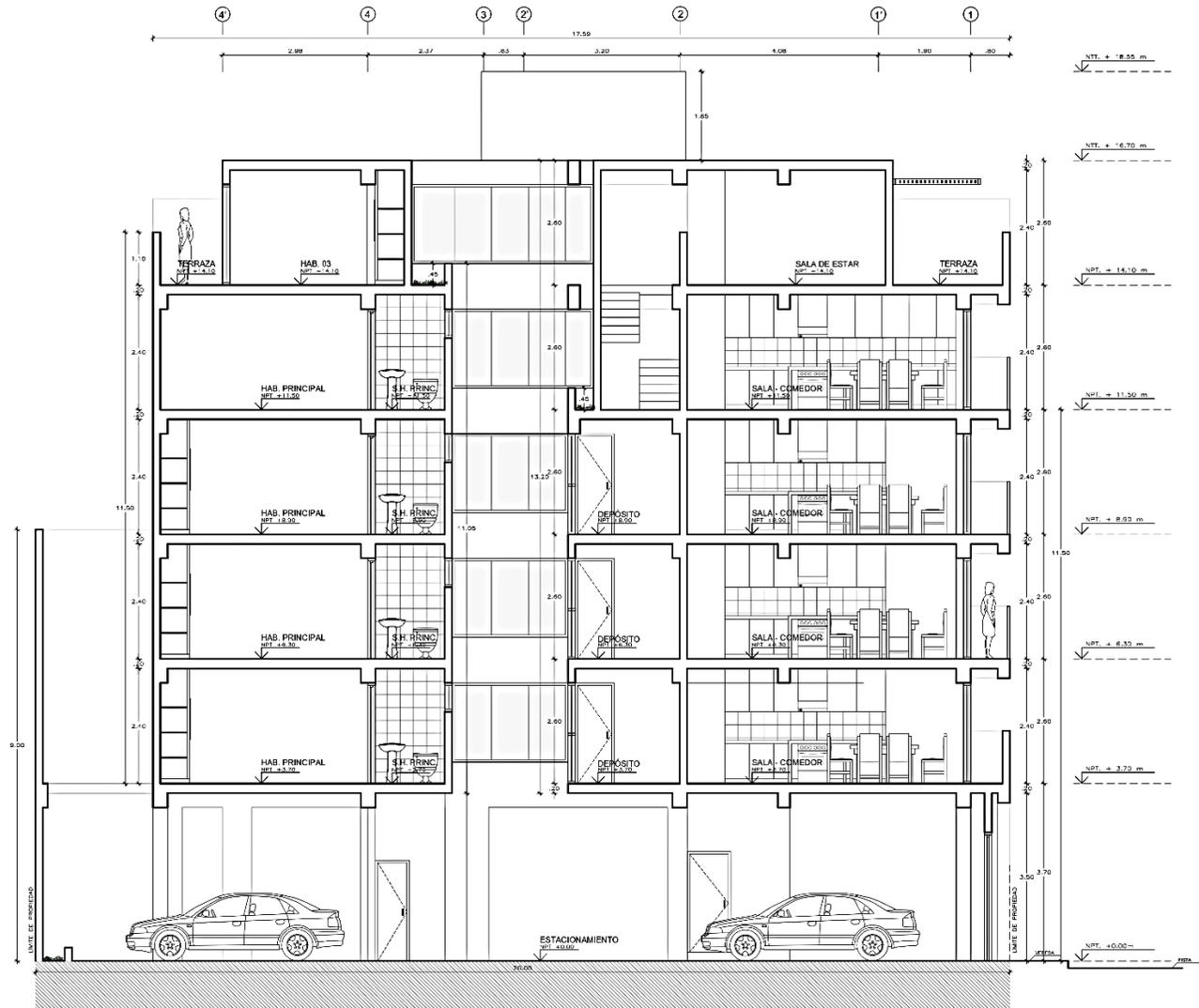
Lámina:
A-04



Plano de arquitectura – cortes



CORTE B - B
ESC. 1:50



CORTE A - A
ESC. 1:50



Proyecto: **EDIFICIO MULTIFAMILIAR**
 Ubicación: **Mz. 01 Lote 11 Urb. San Isidro II Etapa**

Propietario: **RODRIGUEZ ESTRADA STHEFANI**

Plano: **ARQUITECTURA Elevaciones**

Profesionales: **Peché Melo Jorge Luis**
Valverde Calderon Maryori

Escala: **1/250**
 Fecha: **Octubre 2023**

Lámina: **A-05**

Plano de estructuras – primer y segundo nivel



UCV
UNIVERSIDAD
CESAR VALLEJO

Proyecto:
EDIFICIO
MULTIFAMILIAR

Ubicación:
Mz. 01 Lote 11 Urb.
San Isidro II Etapa

Propietario:
RODRIGUEZ ESTRADA
STHEFANI

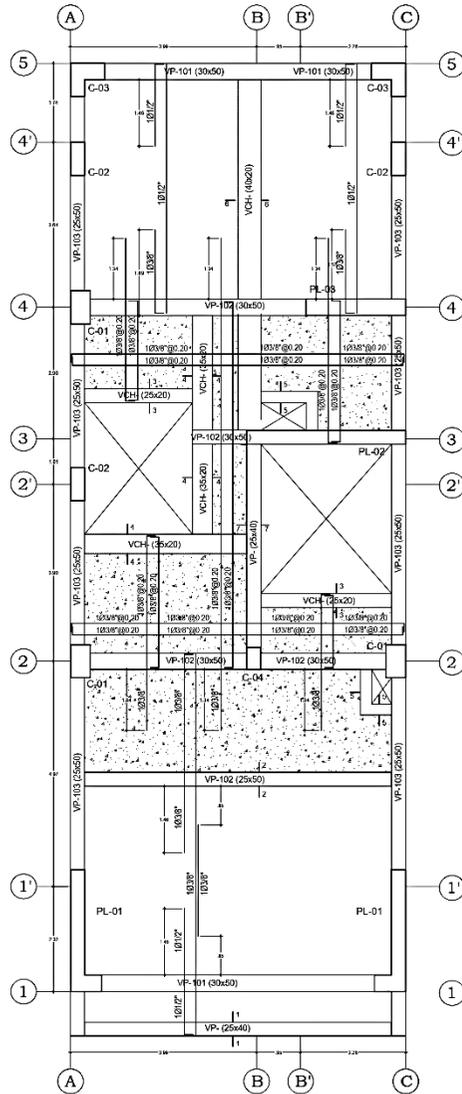
Plano:
ESTRUCTURAS
detalle aligerado

Profesionales:
Peché Melo Jorge Luis
Valverde Calderón Maryori

Escala:
1/250

Fecha:
Octubre 2023

Lámina:
E-01

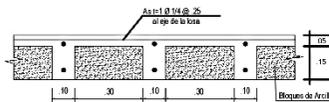


ENCOFRADO PRIMER NIVEL

Carga Viva Vivienda: 200 kg/m²

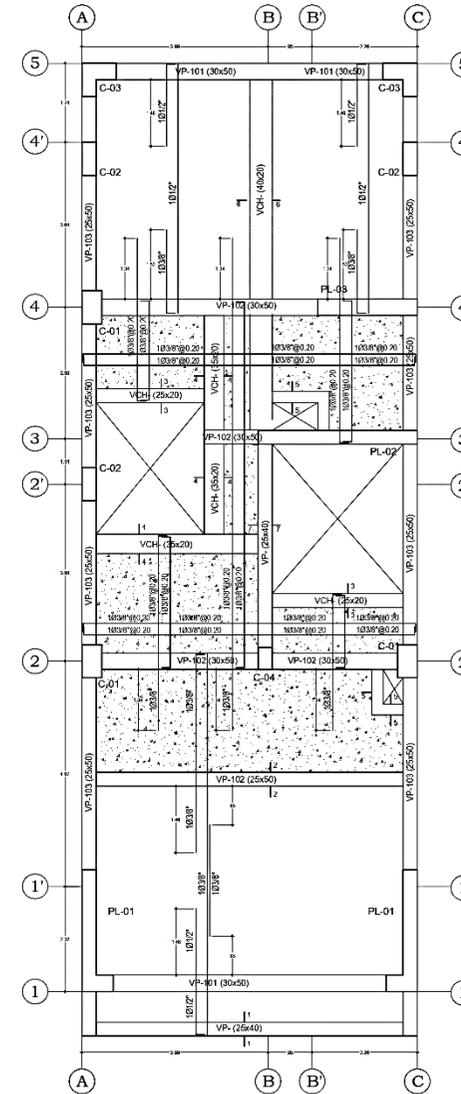
(E=3000 MPa/cm²)
Escala: 1/250

LOSA ALIGERADA H=0.20m.
LOSA MACIZA H=0.20m.



DETALLE DE ALIGERADO

ESC 1/10

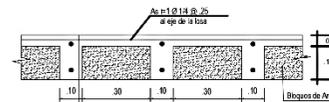


ENCOFRADO SEGUNDO NIVEL

Carga Viva Vivienda: 200 kg/m²

(E=3000 MPa/cm²)
Escala: 1/250

LOSA ALIGERADA H=0.20m.
LOSA MACIZA H=0.20m.



DETALLE DE ALIGERADO

ESC 1/10

Plano de estructuras – tercer y cuarto nivel



UCV
UNIVERSIDAD
CESAR VALLEJO

Proyecto:
EDIFICIO
MULTIFAMILIAR

Ubicación:
Mz. 01 Lote 11 Urb.
San Isidro II Etapa

Propietario:
RODRIGUEZ ESTRADA
STHEFANI

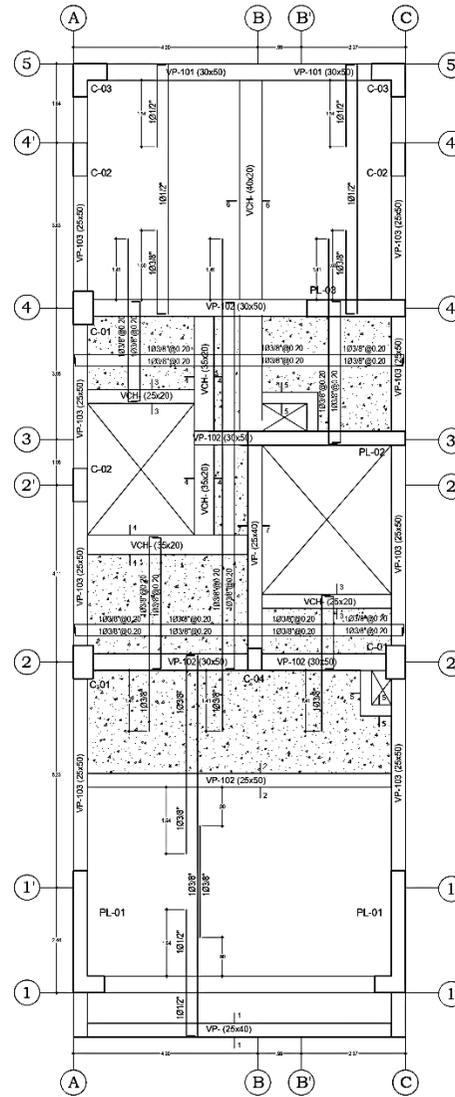
Plano:
ESTRUCTURAS
detalle aligerado

Profesionales:
Peche Melo Jorge Luis
Valverde Calderon Maryori

Escala:
1/250

Fecha:
Octubre 2023

Lámina:
E-02

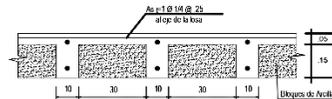


ENCOFRADO TERCER NIVEL

Carga Viva Vivienda: 200 kg/m²

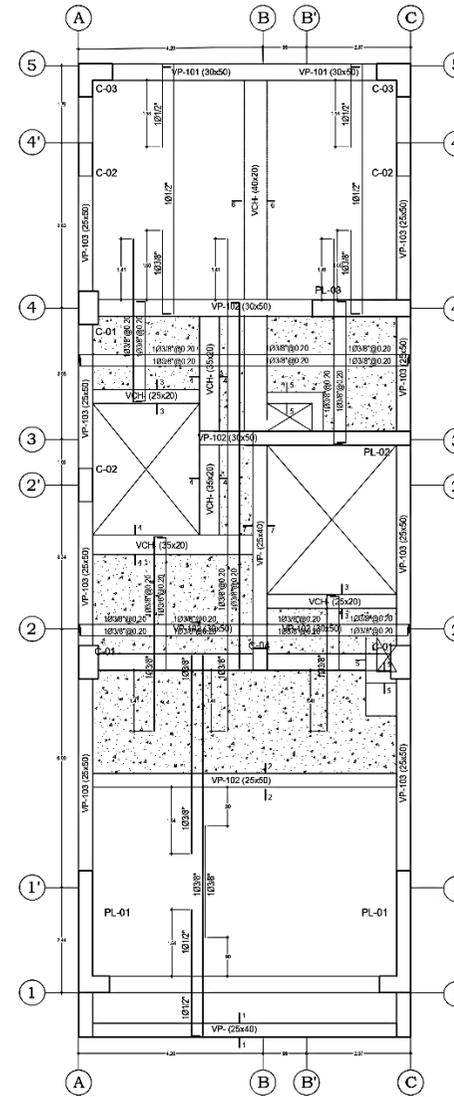
(Exento indicación)

Escala 1:50



DETALLE DE ALIGERADO

ESC 1:10

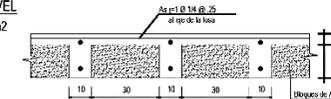


ENCOFRADO CUARTO NIVEL

Carga Viva Vivienda: 200 kg/m²

(Exento indicación)

Escala 1:50



DETALLE DE ALIGERADO

ESC 1:10

Plano de estructuras – tercer y cuarto nivel



Proyecto:
EDIFICIO
MULTIFAMILIAR

Ubicación:
Mz. 01 Lote 11 Urb.
San Isidro II Etapa

Propietario:
RODRIGUEZ ESTRADA
STHEFANI

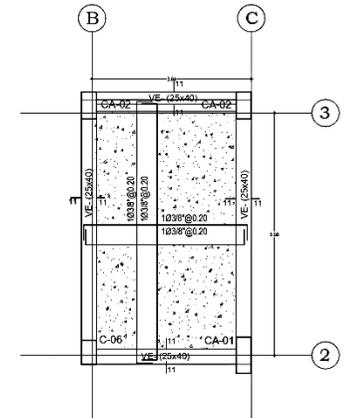
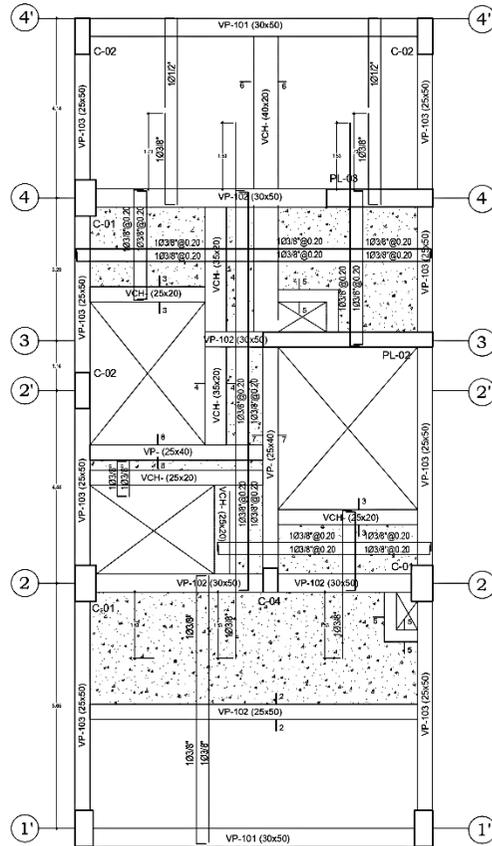
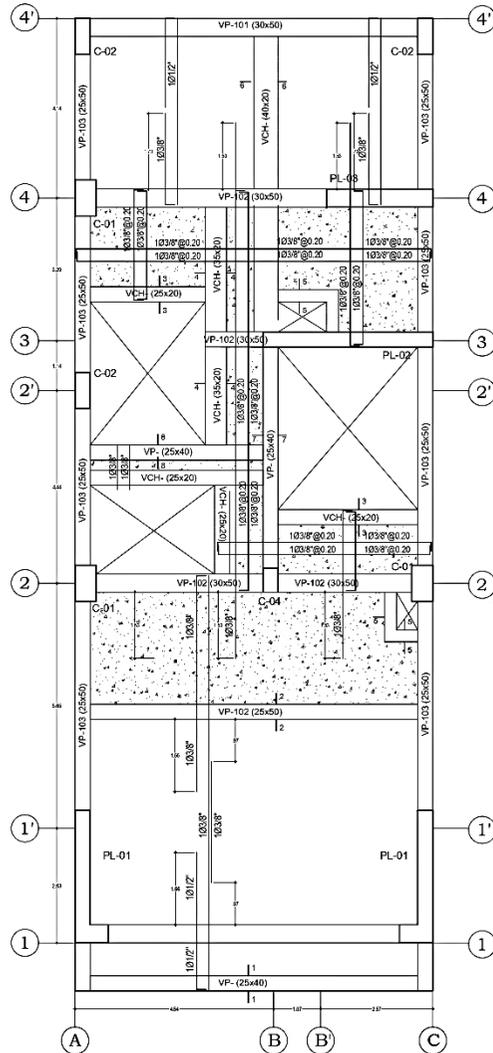
Plano:
ESTRUCTURAS
detalle aligerado

Profesionales:
Peche Melo Jorge Luis
Valverde Calderon Maryori

Escala:
1/250

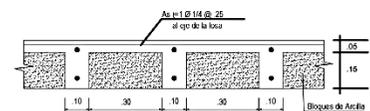
Fecha:
Octubre 2023

Lámina:
E-03



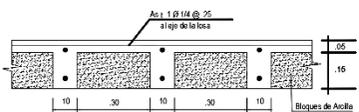
ENCOFRADO TANQUE ELEVADO
Carga Viva : 1000 kg/m2
(Excepto indicación)
Escala 1/50
LOSA MACIZA H=0.20m

ENCOFRADO AZOTEA
Carga Viva Vivienda: 100 kg/m2
(Excepto indicación)
Escala 1/50
LOSA ALICERADA H = 0.20m
LOSA MACIZA H=0.20m



DETALLE DE ALIGERADO
ESC 1/10

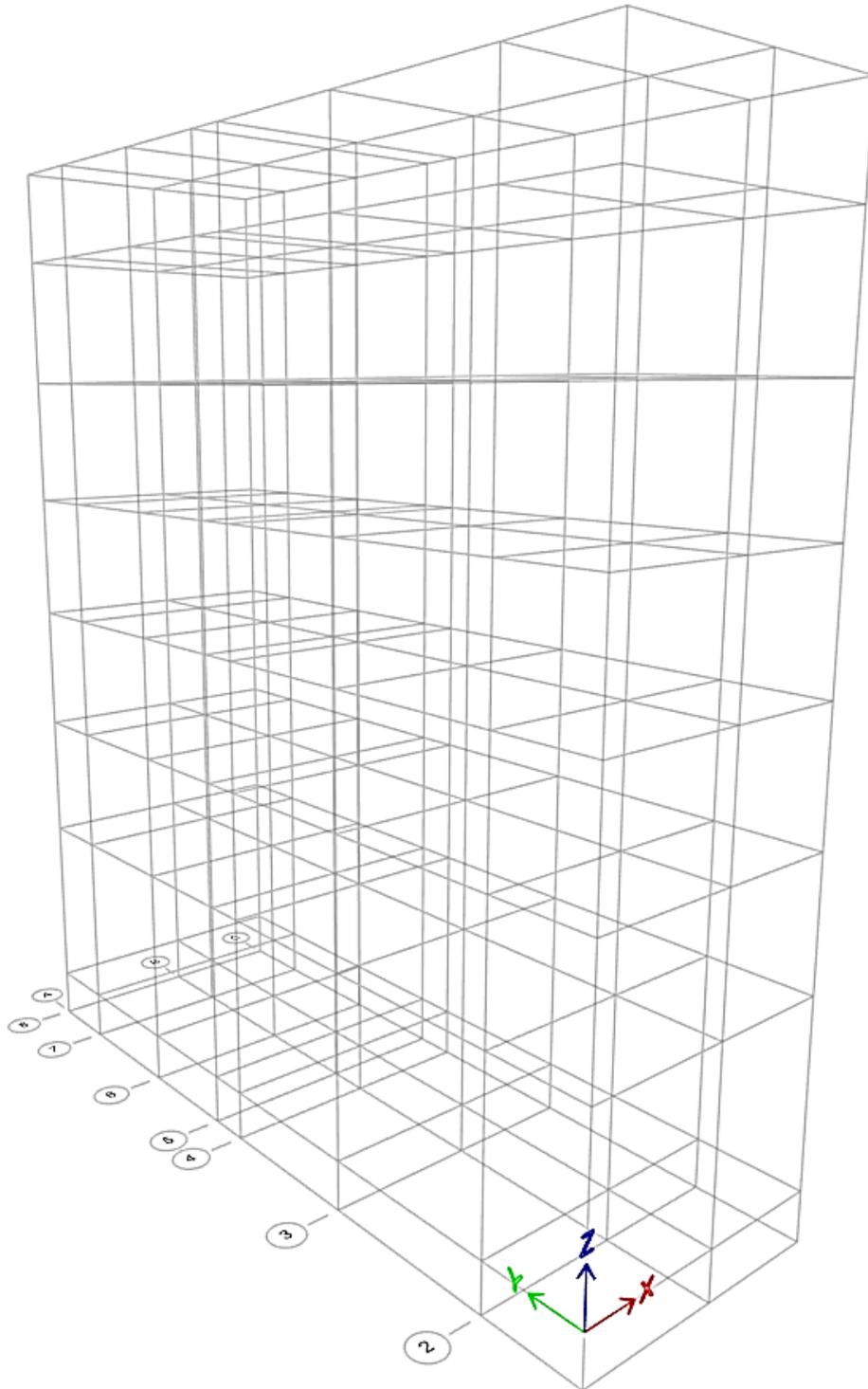
ENCOFRADO QUINTO NIVEL
Carga Viva Vivienda: 200 kg/m2
(Excepto indicación)
Escala 1/50
LOSA ALICERADA H=0.20m
LOSA MACIZA H = 0.20m



DETALLE DE ALIGERADO
ESC 1/10

LEYENDA ESTRUCTURAL	
Tabiقة, alféizar y parapeto	
Losa Aligerada (h=0.20m)	
Losa Maciza (h=0.20m)	
Viga Peraltada	
Viga Chata	
Columna o placa	

Figura 16. Importación de ejes definidos por el plano de estructuras



Fuente: Software Etabs

Figura 17. Definición del concreto con una resistencia a la compresión de 210kf/cm2

Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Shear Modulus, G: tonf/m²

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified

Fuente: Software Etabs

Figura 18. Definición del acero con un límite de fluencia de 4200 kg/cm2

Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Fuente: Software Etabs

Figura 19. Definición de la losa aligerada en dos direcciones con espesor de 20cm

Slab Property Data

General Data

Property Name	L-alig-XY-20
Slab Material	fc=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	Waffle
Overall Depth	0.2 m
Slab Thickness	0.05 m
Stem Width at Top	0.1 m
Stem Width at Bottom	0.1 m
Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 1-Axis	0.4 m
Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 2-Axis	0.4 m

OK Cancel

Fuente: Software Etabs

Figura 20. Definición de losa maciza con espesor de 20 cm

The image shows a software dialog box titled "Slab Property Data". It is organized into two main sections: "General Data" and "Property Data".

General Data:

- Property Name: L-maciza-20
- Slab Material: f_c=210kg/cm²
- Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
- Modeling Type: Shell-Thin
- Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
- Display Color: Cyan color swatch with a Change... button.
- Property Notes: Modify/Show...

Property Data:

- Type: Slab
- Thickness: 0.2 m

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

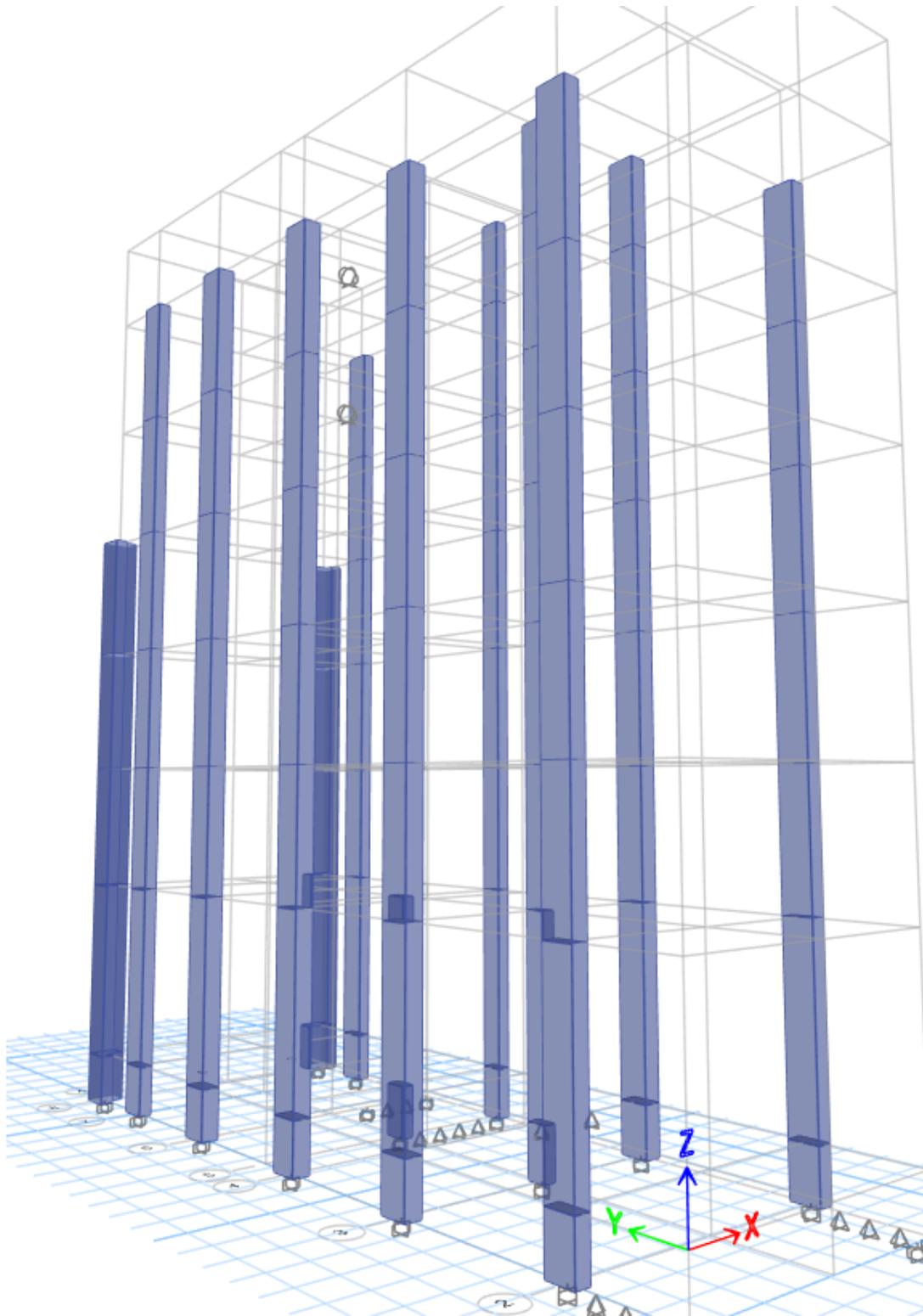
Fuente: Software Etabs

Figura 21. Definición de muros estructurales con espesor de 25 cm y 30 cm

The screenshot shows the 'Wall Property Data' dialog box. The 'General Data' section includes: Property Name (M-CONCRETO-25), Property Type (Specified), Wall Material (fc=210kg/cm2), Notional Size Data (Modify/Show Notional Size...), Modeling Type (Shell-Thin), Modifiers (Currently Default) (Modify/Show...), Display Color (blue swatch, Change...), and Property Notes (Modify/Show...). The 'Property Data' section includes: Thickness (0.25 m) and an unchecked checkbox for 'Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall'. The dialog has 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

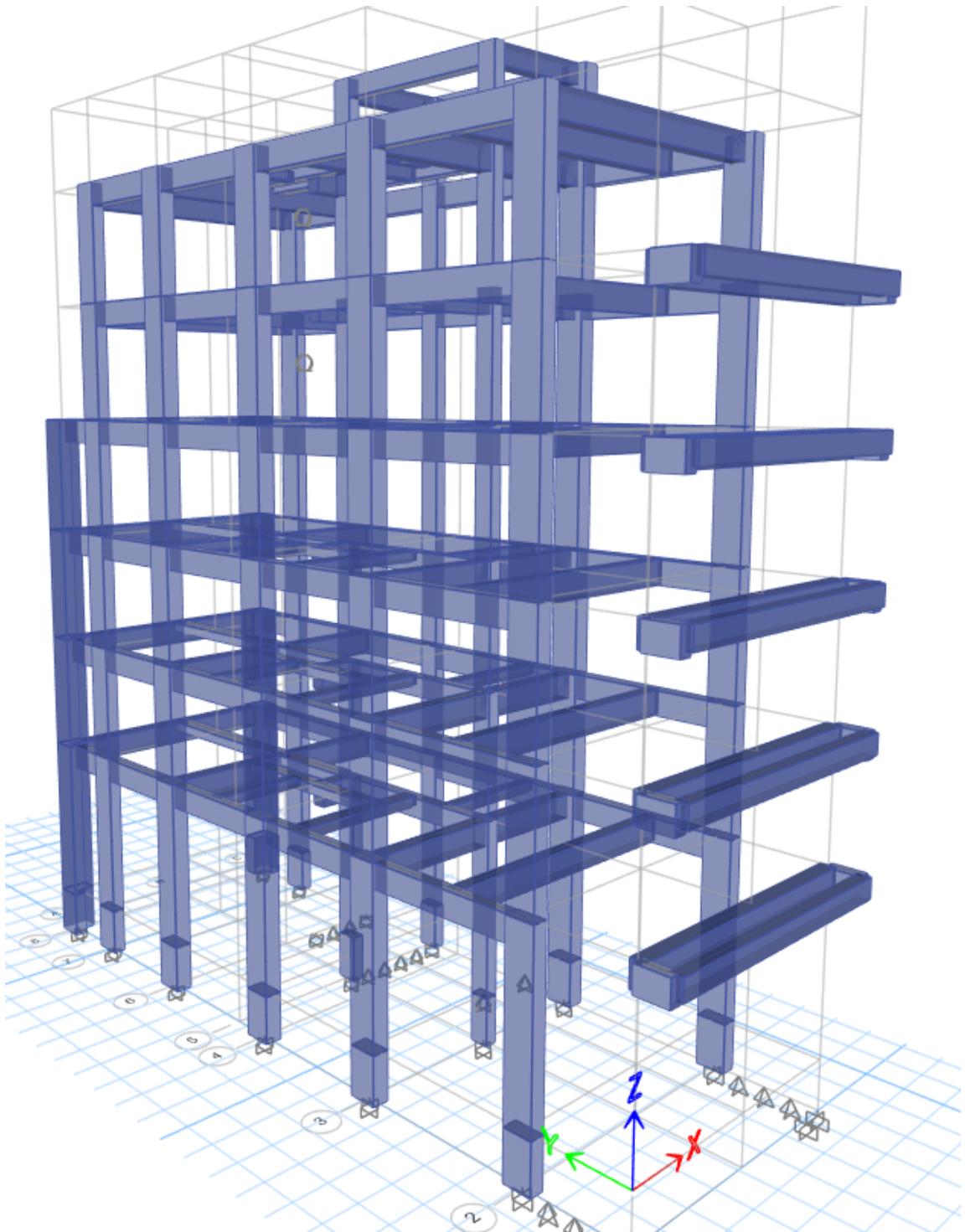
The screenshot shows the 'Wall Property Data' dialog box. The 'General Data' section includes: Property Name (M-CONCRETO-30), Property Type (Specified), Wall Material (fc=210kg/cm2), Notional Size Data (Modify/Show Notional Size...), Modeling Type (Shell-Thin), Modifiers (Currently Default) (Modify/Show...), Display Color (green swatch, Change...), and Property Notes (Modify/Show...). The 'Property Data' section includes: Thickness (0.3 m) and an unchecked checkbox for 'Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall'. The dialog has 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Figura 22. Modelado de columnas



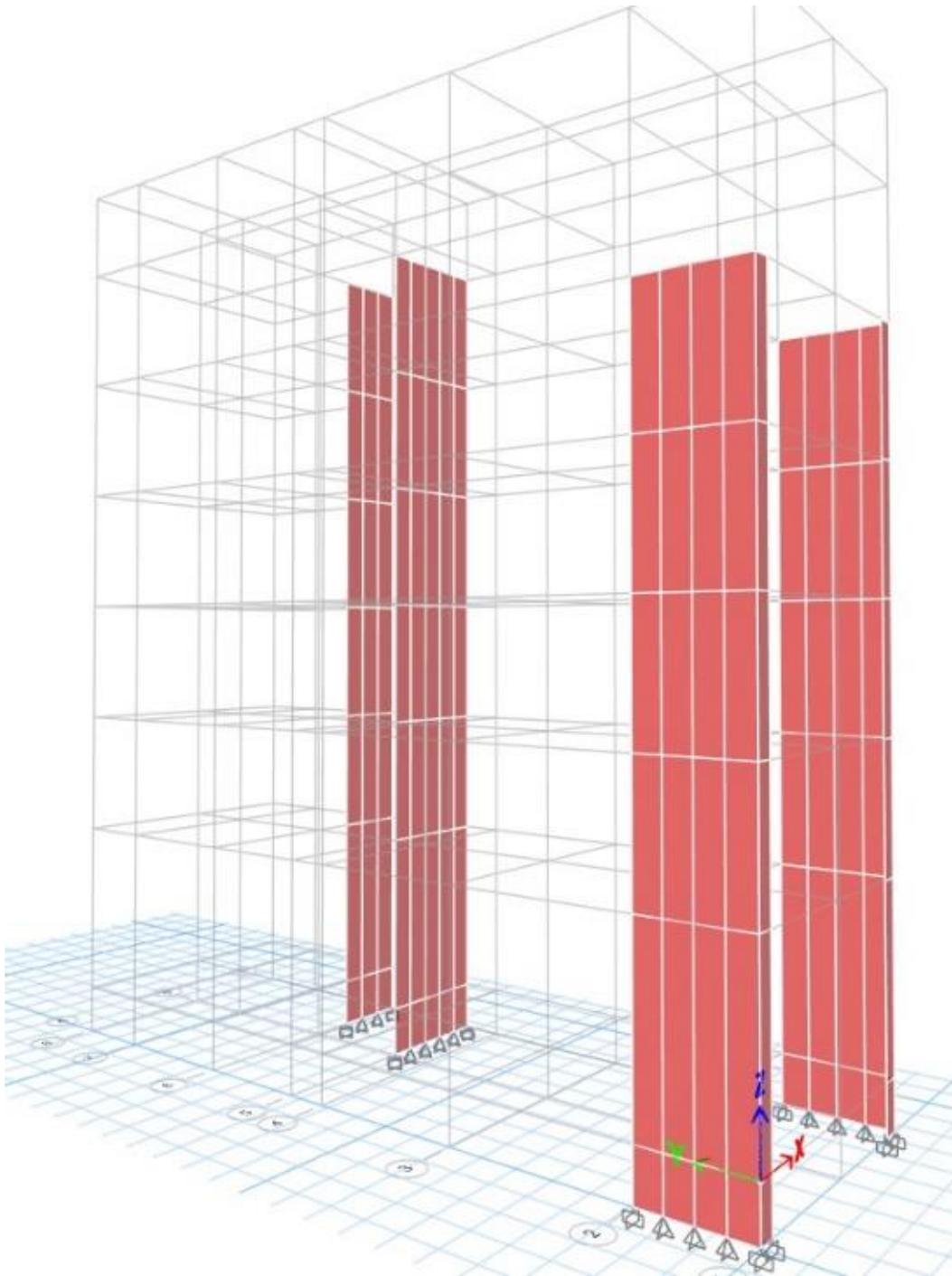
Fuente: Software Etabs

Figura 23. Modelado de vigas



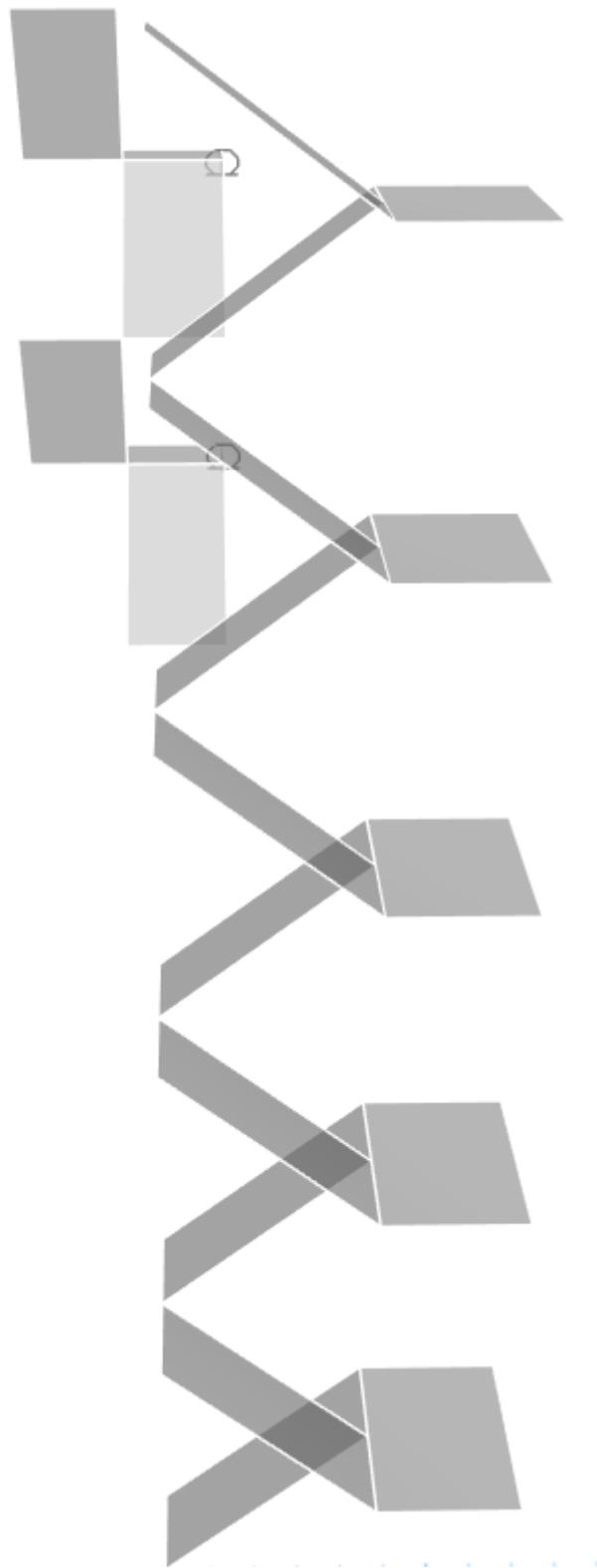
Fuente: Software Etabs

Figura 24. Modelado de muros



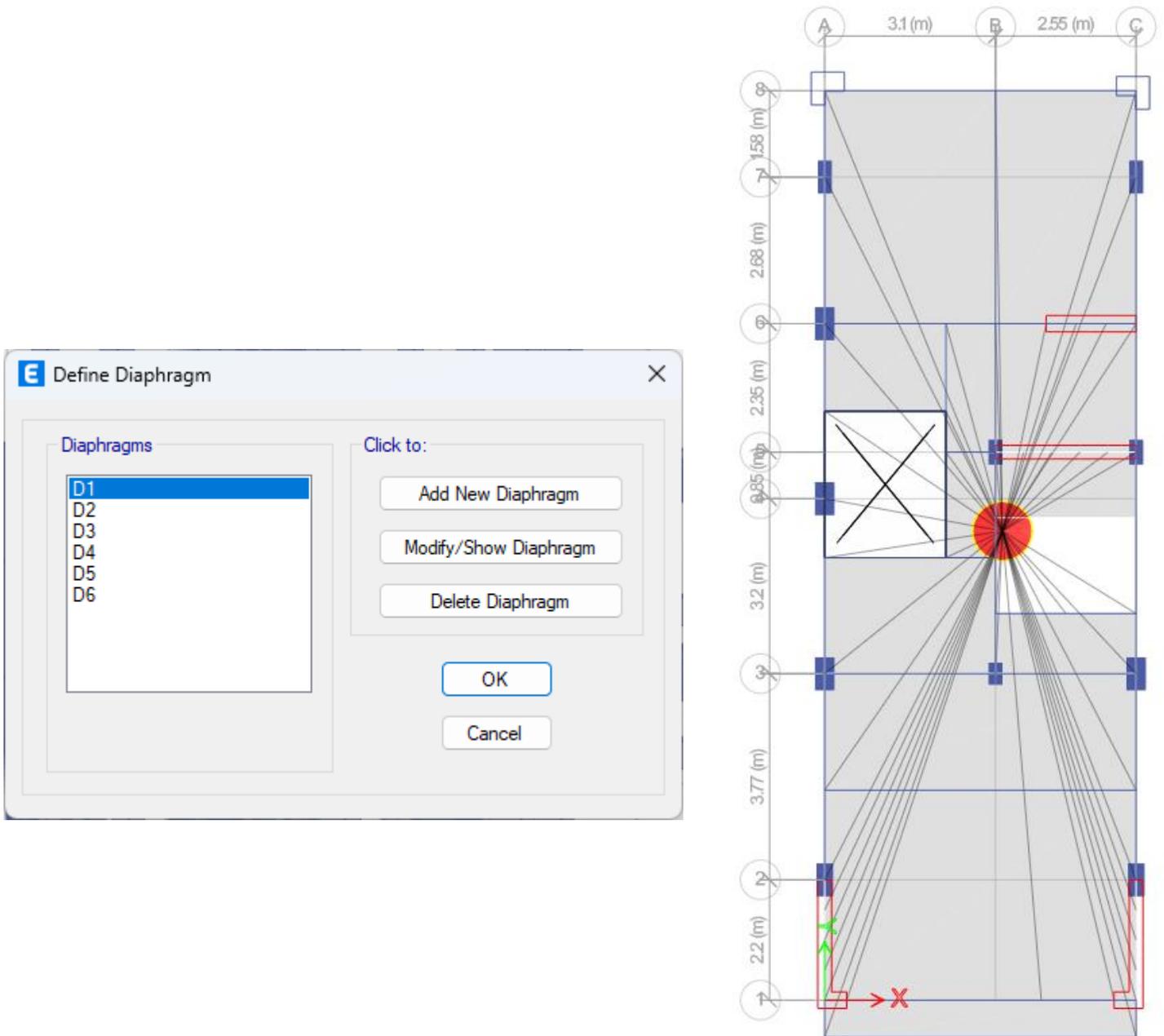
Fuente: Software Etabs

Figura 25. Modelado de la escalera



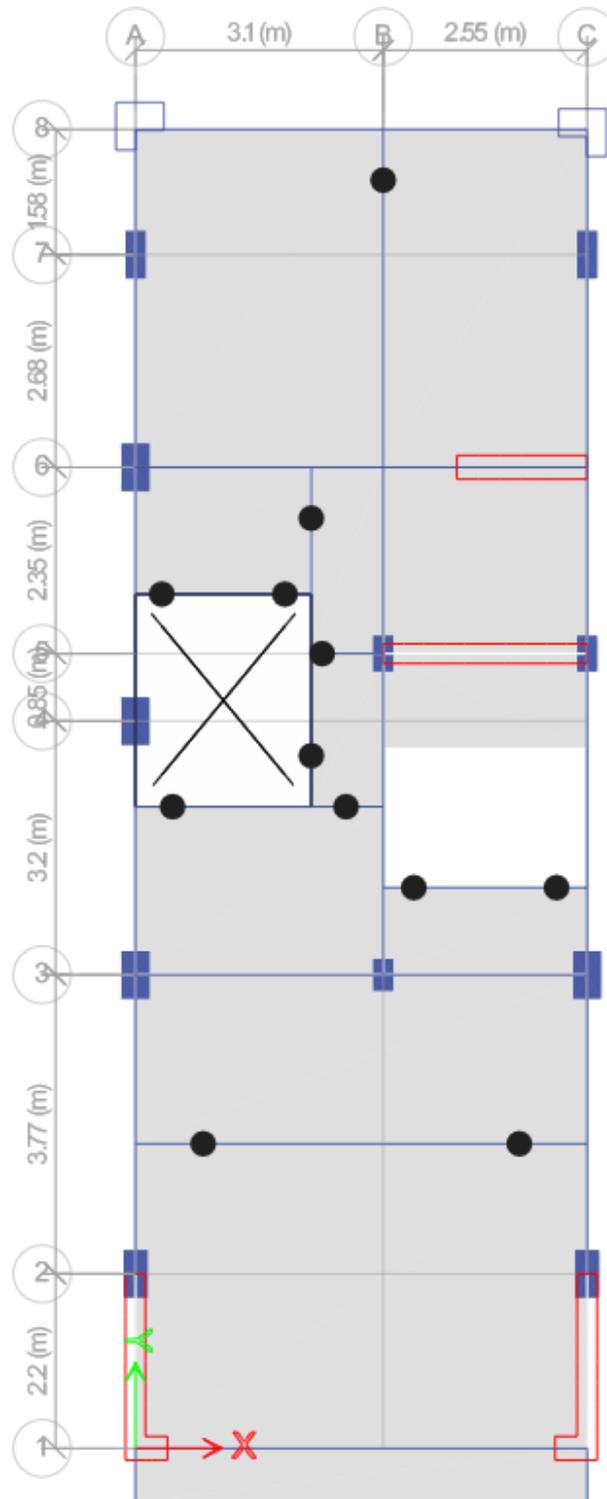
Fuente: Software Etabs

Figura 26. Asignación de diafragmas por nivel



Fuente: Software Etabs

Figura 28. Liberación de momentos



Fuente: Software Etabs

Figura 29. Factor de uso según categoría

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	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 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, 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. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	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 Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Normativa E 0.30

Figura 30. Estimación del peso

<p>4.3 Estimación del Peso (P)</p> <p>El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:</p> <p>a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.</p> <p>b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.</p> <p>c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.</p> <p>d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.</p> <p>e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.</p>
--

Fuente: Normativa E 0.30

Figura 31. Asignación de masa

Fuente: Software Etabs

según la normativa técnica del Perú E.030 nos indica que para edificaciones comunes se tomara el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva.

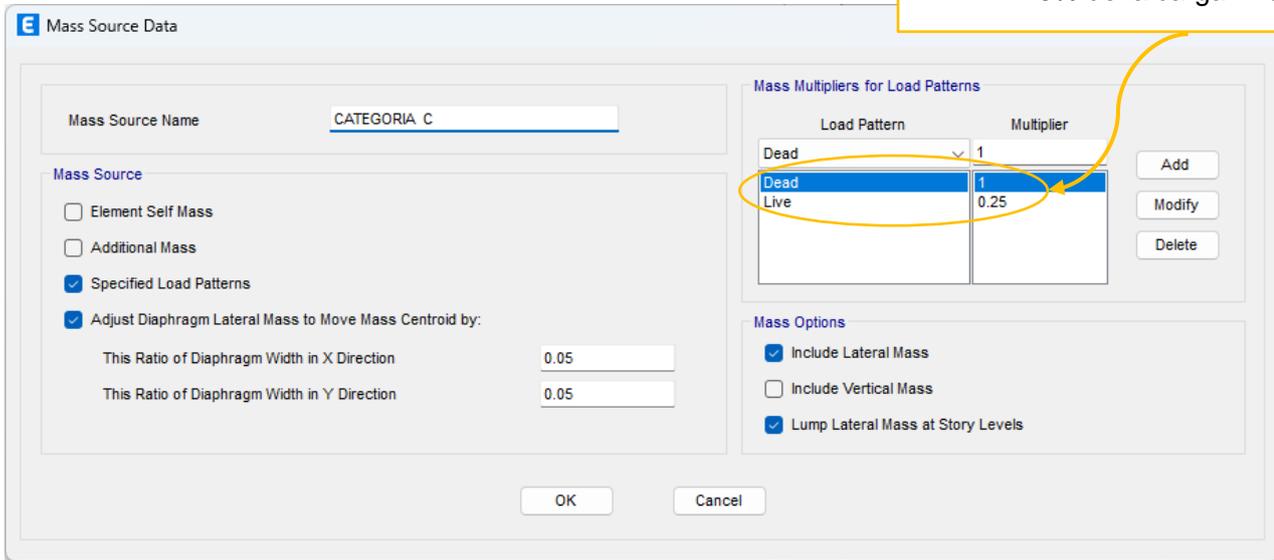
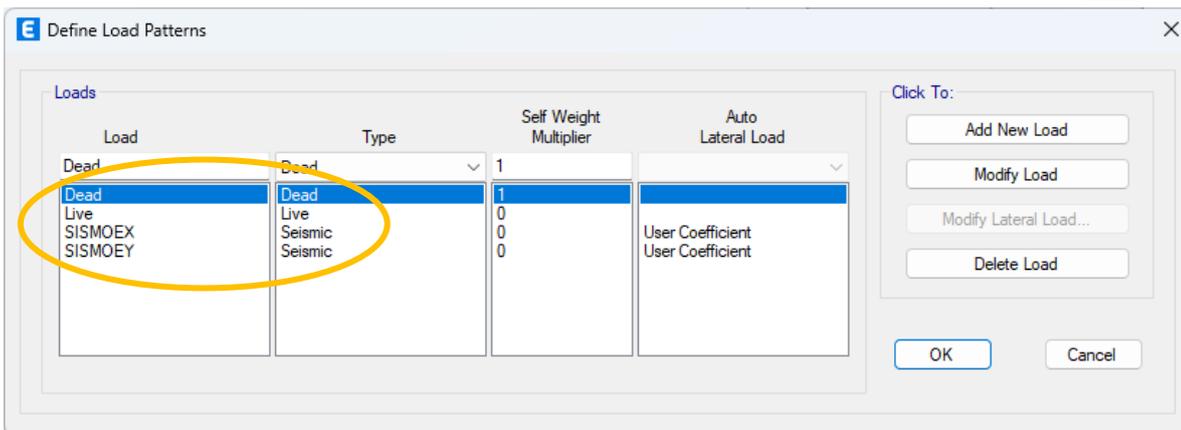


Figura 32. Asignación de cargas

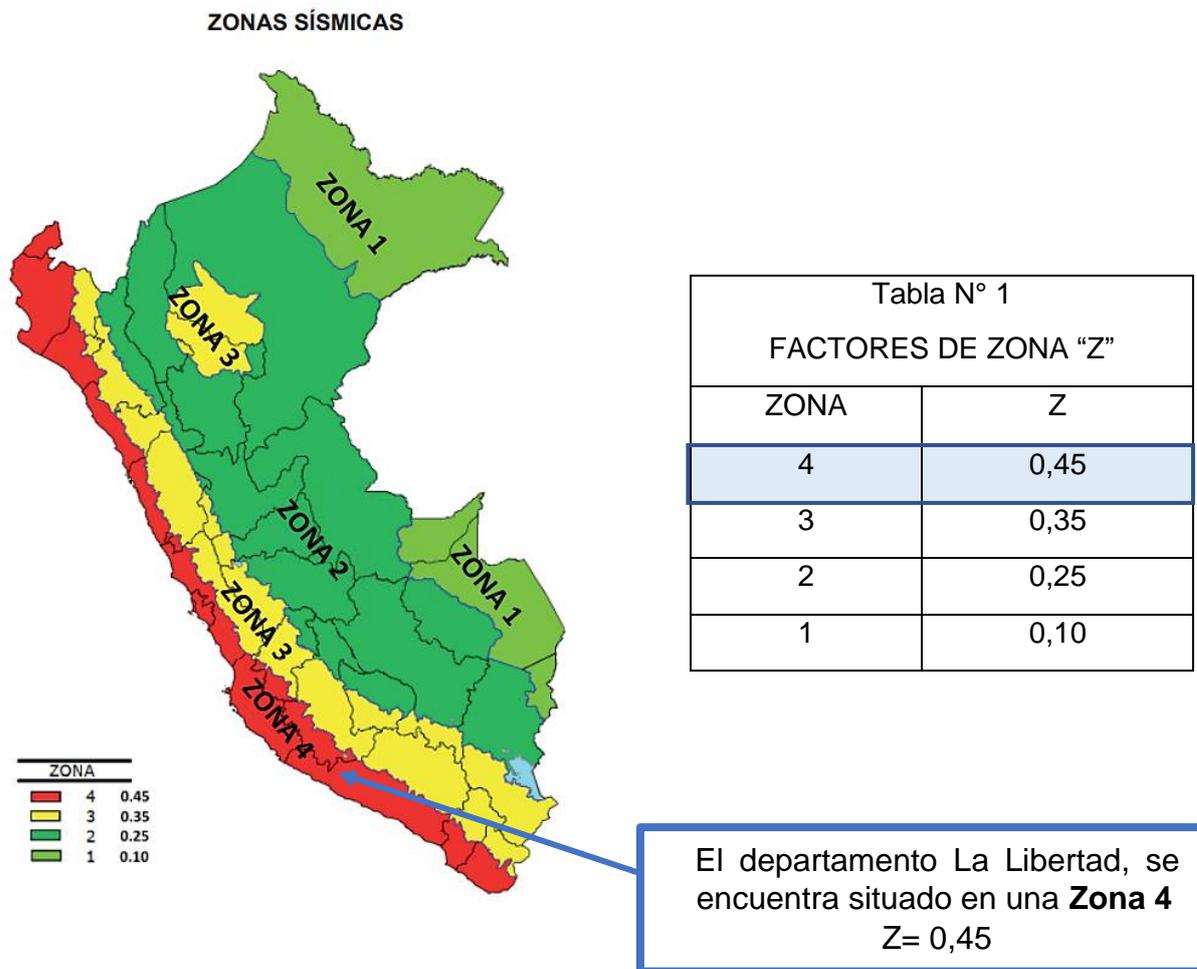


Fuente: Software Etabs

Figura 33. Zona Sísmica

FIGURA N° 1

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.



Fuente: Normativa E 0.30

Figura 34. Estudio de suelos



LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS - DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CLASIFICACIÓN PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN			
Solicitante: NIDIA ESTRADA CHIGUALA			
Proyecto: "EDIFICIO MULTIFAMILIAR" - SAN ISIDRO 2 ETAPA- TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD			
De conformidad con la Norma Técnica E. 050 "Suelos y Cimentaciones" la siguiente información deberá transcribirse literalmente en los planos de cimentación. Esta información no es limitativa, deberá cumplir con todo lo especificado en el presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).			
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN			
Profesional Responsable (PR):	ING. CESAR AUGUSTO PONCE YBAÑEZ	Ing. Civil CIP:	224527
Tipo de Cimentación:	CIMENTACIÓN CUADRADA		
Estrato de Apoyo de la Cimentación:	ARENA MAL GRADADA CON LIMOS Y GRAVAS (SP-SM)		
Profundidad de la Napa Freática:	NO PRESENTA	Fecha:	NOVIEMBRE 2022
Parámetros de Diseño de la Cimentación: Calicata C-01			
Profundidad de Cimentación (m):	1.50	1.60	1.80
Presión Admisible (kg/cm ²):	1.28	1.35	1.49
Factor de Seguridad por Corte Estático:	3.00	3.00	3.00
Factor de Seguridad por Corte Dinámico:	2.50	2.50	2.50
Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable (cm):	0.42	0.44	0.49
Parámetros Sísmicos del Suelo (De acuerdo a la Norma E.030)			
Zona Sísmica:	4		
Tipo de Perfil del Suelo:	S2 SUELO INTERMEDIO		
Factor del Suelo (S):	1.05		
Periodo TP (s):	0.60		
Periodo TL (s):	2.00		
Agresividad del Suelo a la Cimentación:	INSIGNIFICANTE		
Problemas Especiales de Cimentación			
Licuación:	NP		
Colapso:	NP		
Expansión:	NP		

La vivienda evaluada en la presente investigación presenta un suelo intermedio "S2"



Cesar Ponce Ybañez
César Augusto Ponce Ybañez
ING. CIVIL
R. CIP. N° 224527



Calle Aluminio Mz. R Lote 13
Urbanización San Isidro, I Etapa 993311514
 encopigroup18@hotmail.com 949123347
RUC: 20605737359

Figura 35. Factor de suelo "S" y Periodos T_P , T_L

2.4 Parámetros de Sitio (S, T_P y T_L)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los periodos T_P y T_L dados en las Tablas N.º 3 y N.º 4.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO/ZONA	S0	S1	S2	S3
Z4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z1	0,80	1,00	1,60	2,00

Como nuestra vivienda se encuentra en una Zona 4 y presenta un tipo de suelo S2 el factor de amplificación del suelo "S" será de 1.05

Tabla N° 4 PERÍODOS "TP" Y "TL"				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Normativa E 0.30

Los periodos T_P y T_L para un S2 es 0.6s y 2s respectivamente

E Modal Participating Mass Ratios						
File Edit Format-Filter-Sort Select Options						
Units: As Noted		Hidden Columns: No		Sort: None		Modal Partici
Filter: None						
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ
	Modal	1	0.504	0.7596	0.0006	0
	Modal	2	0.435	0.0082	0.0566	0
	Modal	3	0.373	0.0029	0.731	0

periodo $T_x = 0.504$
 periodo $T_y = 0.373$

Figura 36. Factor de amplificación Sísmica “C”

2.5 Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$T < T_P$	$C = 2,5$	Como nuestro periodo es menor a T_P , $C = 2.5$
$T_P < T < T_L$	$C = 2,5 \left(\frac{T_P}{T}\right)$	
$T > T_L$	$C = 2,5 \left(\frac{T_P \times T_L}{T^2}\right)$	

Fuente: Normativa E 0.30

Figura 37. Coeficiente “K”

4.5.3 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- | | |
|---|---|
| a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$. | Como nuestro periodo es menor a 0.5s
$K = 1$ |
| b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$. | |

Fuente: Normativa E 0.30

Figura 38. Sistemas estructurales y coeficiente de reducción “R”

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R0 (*)
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

R = 6

Fuente: Normativa E 0.30

Figura 39. Calculo coeficiente "C"

Dirección "X":

$$C = \frac{Z * U * C * S}{R} = \frac{0,45 * 1 * 1,05 * 2,5}{6} = 0,197$$

Dirección "Y":

$$C = \frac{Z * U * C * S}{R} = \frac{0,45 * 1 * 1,05 * 2,5}{6} = 0,197$$

Figura 40. Dirección de excentricidad

TABLE: Centers Of Mass And Rigidity									
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	XCCM	YCCM	XCR	YCR
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	m	m	m	m
T1	D1	11.7695	11.7695	3.2248	8.5784	3.2248	8.5784	2.9224	9.7853
T2	D2	11.13628	11.13628	3.2239	8.5986	3.2239	8.5986	2.9303	9.4779
T3	D3	11.13628	11.13628	3.2239	8.5986	3.2239	8.5986	2.94	9.25
T4	D4	11.34335	11.34335	3.1953	8.5309	3.1953	8.5309	2.9456	9.019
T5	D5	10.20446	10.20446	3.2399	8.1674	3.2399	8.1674	2.9383	8.7522
T6	D6	7.29929	7.29929	3.249	9.218	3.249	9.218	2.9328	8.6006

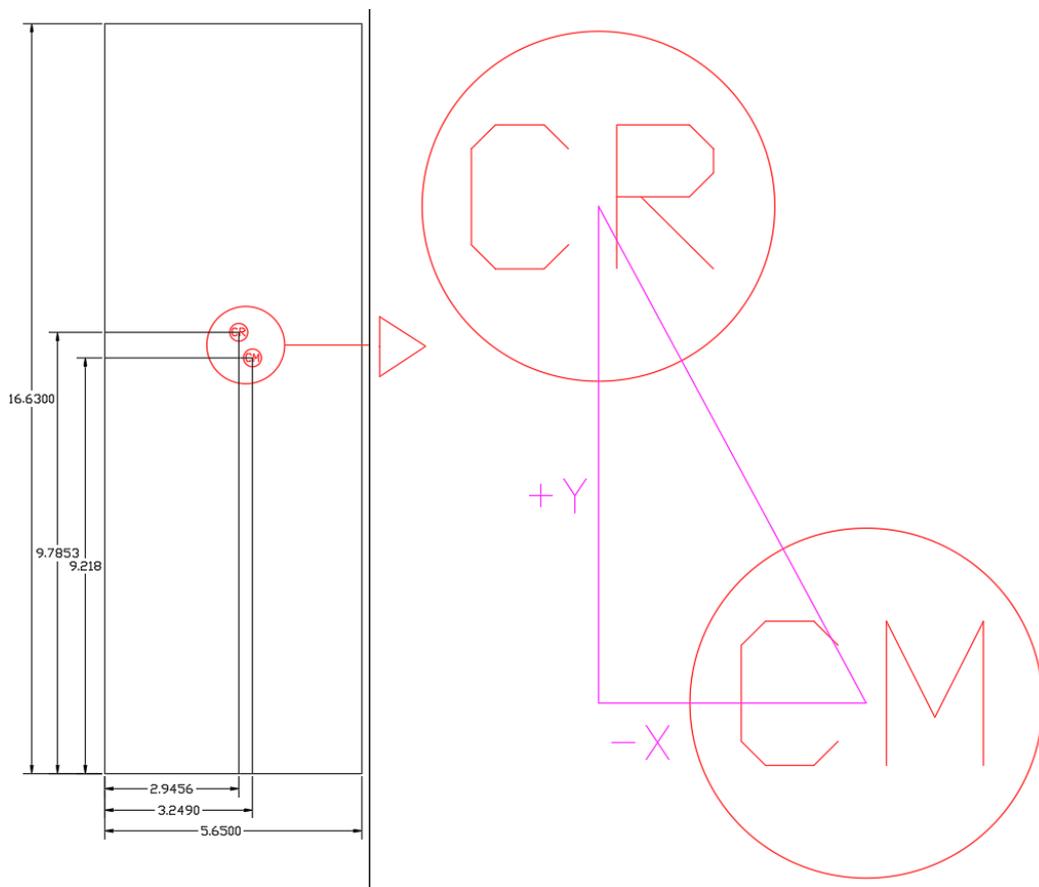


Figura 41. Asignación del sismo estático en la dirección "X"

E Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.) 0.05

Overwrite Eccentricities Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C 0.197

Building Height Exp., K 1

Story Range

Top Story T6

Bottom Story NTN

OK Cancel

E Load Case Data

General

Load Case Name SISMOEX Design...

Load Case Type Linear Static Notes...

Mass Source CATEGORIA C

Analysis Model Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

Use Preset P-Delta Settings None Modify/Show...

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	SISMOEX	1

i Add Delete

OK Cancel

Figura 42. Asignación del sismo estático en la dirección “Y”

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.) 0.05

Overwrite Eccentricities Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C 0.197

Building Height Exp., K 1

Story Range

Top Story T6

Bottom Story NTN

OK Cancel

Load Case Data

General

Load Case Name SISMOEY Design...

Load Case Type Linear Static Notes...

Mass Source CATEGORIA C

Analysis Model Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

Use Preset P-Delta Settings None Modify/Show...

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	SISMOEY	1

Info Add Delete

OK Cancel

Figura 43. Carga muerta y carga viva al 100%

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following settings:

- General:**
 - Load Case Name: Dead
 - Load Case Type: Linear Static
 - Mass Source: CATEGORIA C
 - Analysis Model: Default
- P-Delta/Nonlinear Stiffness:**
 - Use Preset P-Delta Settings: None
 - Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)
- Loads Applied:**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Dead	1

Buttons: Design..., Notes..., Add, Delete, OK, Cancel.

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following settings:

- General:**
 - Load Case Name: Live
 - Load Case Type: Linear Static
 - Mass Source: CATEGORIA C
 - Analysis Model: Default
- P-Delta/Nonlinear Stiffness:**
 - Use Preset P-Delta Settings: None
 - Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)
- Loads Applied:**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Live	1

Buttons: Design..., Notes..., Add, Delete, OK, Cancel.

Figura 44. Modos de vibración

4.6.1 Modos de Vibración

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Fuente: Normativa E 0.30

Load Case Data

General

Load Case Name: Modal

Load Case Type/Subtype: Modal Eigen

Mass Source: CATEGORIA C

Analysis Model: Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

Use Preset P-Delta Settings: None

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case:

Loads Applied

Advanced Load Data Does NOT Exist

Advanced

Other Parameters

Maximum Number of Modes: 18

Minimum Number of Modes: 1

Frequency Shift (Center): 0 cyc/sec

Cutoff Frequency (Radius): 0 cyc/sec

Convergence Tolerance: 1E-09

Allow Auto Frequency Shifting

OK Cancel

Figura 45. Aceleración espectral "X"

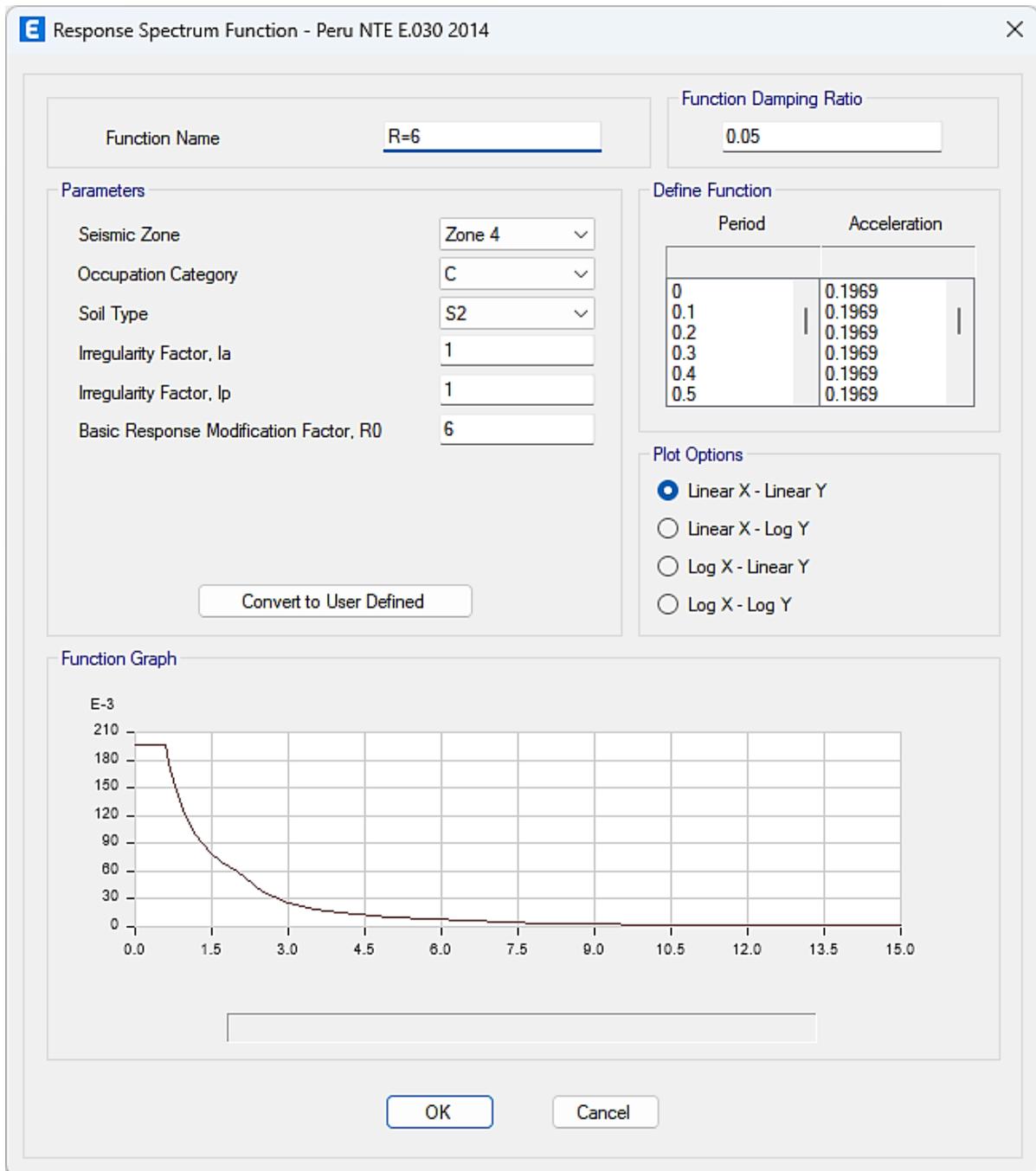


Figura 46. Aceleración espectral "Y"

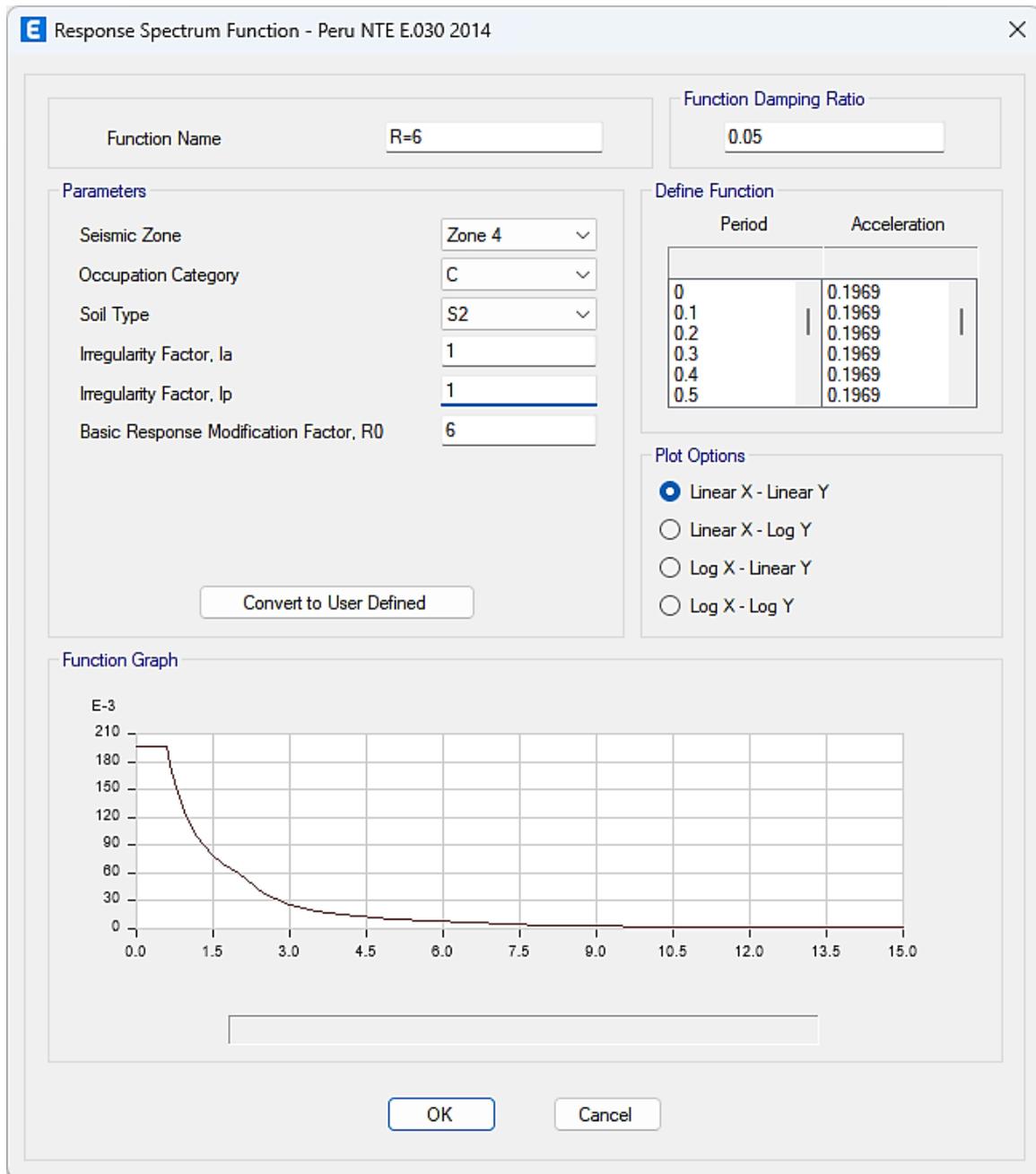


Figura 47. Sismo dinámico en “X”

E Load Case Data ✕

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Notes...

Mass Source:

Analysis Model:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	RX=6	9.8067
Acceleration	U2	RX=6	2.942

Add
Delete
 Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: Modify/Show...

OK
Cancel

Figura 48. Sismo dinámico en “Y”

E Load Case Data ✕

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Notes...

Mass Source:

Analysis Model:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	RY=6	9.8067
Acceleration	U1	RY=6	2.942

Add
Delete
 Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: Modify/Show...

OK
Cancel

Figura 49. Irregularidad en altura y planta

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad la
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil 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>	0,75
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N.º 10) Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N.º 10) 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>	0,50
<p>Irregularidad de Masa o Peso 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>Irregularidad Geométrica Vertical 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>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes 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>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) 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

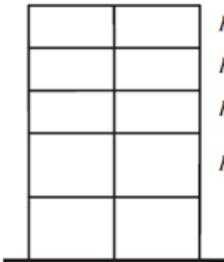
Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad Ip
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x.}$), 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 indicado en la Tabla N.º 11.</p>	0,75
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N.º 10) 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 (Δ_{cm}), es mayor que 1,5 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 indicado en la Tabla n 11.</p>	0,60
<p>Esquinas Entrantes 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>Discontinuidad del Diafragma 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>Sistemas no Paralelos 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: Normativa E 0.30

Tabla 17. Irregularidades en altura

IRREGULARIDADES EN ALTURA

A) VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO)

<p>X-X Irregularidad Rigidez Normal:</p> <p>Y-Y Irregularidad Rigidez Normal:</p> <p>X-X Irregularidad Rigidez Extremo:</p> <p>Y-Y Irregularidad Rigidez Extremo:</p>	<p>NO presenta, Ia=1</p> <p>NO presenta, Ia=1</p> <p>NO presenta, Ia=1</p> <p>NO presenta, Ia=1</p>		<p>Irregular: Ia=0.75 $K_i < 0.7K_{i+1}$ or $K_i < \frac{0.8}{3}(K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})$</p> <p>Extreme: Ia=0.50 $K_i < 0.6K_{i+1}$ or $K_i < \frac{0.7}{3}(K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})$</p>
---	---	--	---

DIRECCIÓN X-X:

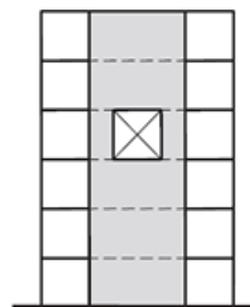
Combo	Rigidez X (tonf/m)	70% K(i+1)	80% (Kprom)	60% K(i+1)	70% (Kprom)
Sismo X	9954.6				
Sismo X	17792.345	2.55		2.98	
Sismo X	22321.199	1.79		2.09	
Sismo X	26238.974	1.68	1.97	1.96	2.25
Sismo X	31754.015	1.73	1.79	2.02	2.05
Sismo X	35858.891	1.61	1.67	1.88	1.91

DIRECCIÓN Y-Y:

Combo	Rigidez Y (tonf/m)	70% K(i+1)	80% (Kprom)	60% K(i+1)	70% (Kprom)
Sismo Y	8977.324				
Sismo Y	15220.145	2.42		2.83	
Sismo Y	18781.841	1.76		2.06	
Sismo Y	21595.841	1.64	1.88	1.92	2.15
Sismo Y	24661.755	1.63	1.66	1.90	1.90
Sismo Y	26120.644	1.51	1.51	1.77	1.72

B) VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA (PISO DEBIL)

X-X Irreg. Resistencia Normal: NO presenta, $la=1$
Y-Y Irreg. Resistencia Normal: NO presenta, $la=1$
X-X Irreg. Resistencia Extremo: NO presenta, $la=1$
Y-Y Irreg. Resistencia Extremo: NO presenta, $la=1$



Str_{i+1} Irregular:
 $Str_i < 0.8 Str_{i+1}$
 $la=0.75$
 Extreme:
 $Str_i < 0.65 Str_{i+1}$
 $la=0.50$

DIRECCIÓN X-X:

Combo	Cortante X (tonf)	80% (Kprom)	65% K(i+1)
Sismo X	24.6508		
Sismo X	47.627	2.42	2.97
Sismo X	68.1392	1.79	2.20
Sismo X	83.6594	1.53	1.89
Sismo X	94.3621	1.41	1.74
Sismo X	100.6805	1.33	1.64

DIRECCIÓN Y-Y:

Combo	Cortante Y (tonf)	80% (Kprom)	65% K(i+1)
Sismo Y	8.0142		
Sismo Y	14.8652	2.32	2.85
Sismo Y	21.0804	1.77	2.18
Sismo Y	25.8086	1.53	1.88
Sismo Y	29.1134	1.41	1.74
Sismo Y	31.0972	1.34	1.64

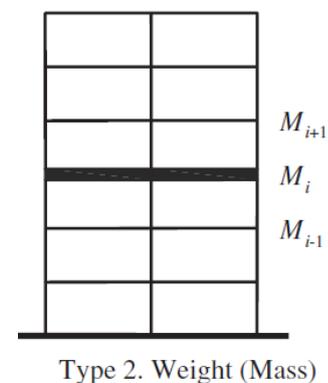
C) VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO

$$P = 100 \%CM + \% CV$$

X-X Irregularidad de masa NO presenta, $la=1$
Y-Y Irregularidad de masa NO presenta, $la=1$

Irregular:
 $M_i > 1.5 M_{i+1}$
 or
 $M_i > 1.5 M_{i-1}$
 $la = 0.90$

NIVEL	PESO	Superior	Inferior
P6	94		0.94
P5	100	1.07	0.90
P4	112	1.11	1.01
P3	111	0.99	1.00
P2	111	1.00	0.91
P1	122	1.10	



D) VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE GEOMETRICA VERTICAL

X-X Irreg. de geometrica vertical: NO presenta, $l_a = 1.0$

Y-Y Irreg. de geometrica vertical: NO presenta, $l_a = 1.0$

X-X

$L_i = 5.65 \text{ m}$

$L_{i+1} = 5.65 \text{ m}$

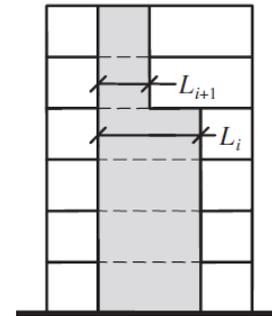
$L_i / L_{i+1} = \boxed{1.00}$

Y-Y

$L_i = 16.63 \text{ m}$

$L_{i+1} = 15.05 \text{ m}$

$L_i / L_{i+1} = \boxed{1.10}$



Irregular:

$L_i > 1.3 L_{i+1}$

$l_a = 0.90$

E) VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES

Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

$l_a = 0.80$

$V_e > 10\% V_b$

$d > 25\% \cdot a$

Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes

$l_a = 0.60$

$V_e > 10\% V_b$

$d > 25\% \cdot a$

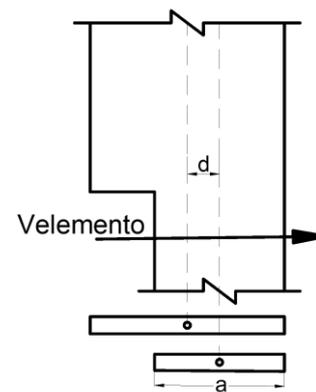
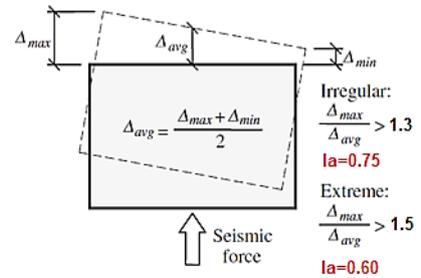


Tabla 18. Irregularidades en planta

IRREGULARIDADES EN PLANTA

A) VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL

<p>X-X Irreg. Torsion Normal:</p> <p>Y-Y Irreg. Torsion Normal:</p> <p>X-X Irreg. Torsion Extremo:</p> <p>Y-Y Irreg. Torsion Extremo:</p>	<p>NO presenta, $I_a=1$</p> <p>NO presenta, $I_a=1$</p> <p>NO presenta, $I_a=1$</p> <p>NO presenta, $I_a=1$</p>
---	---



DIRECCIÓN X-X:

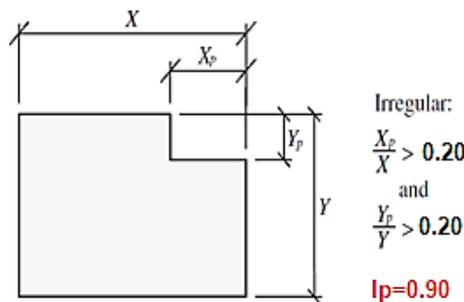
Combo	Ratio	>1.3	>1.5
Sismo X	1.142	NO	NO
Sismo X	1.065	NO	NO
Sismo X	1.078	NO	NO
Sismo X	1.16	NO	NO
Sismo X	1.225	NO	NO
Sismo X	1.289	NO	NO

DIRECCIÓN Y-Y:

Combo	Ratio	1.3	1.5
Sismo Y	1.062	NO	NO
Sismo Y	1.057	NO	NO
Sismo Y	1.064	NO	NO
Sismo Y	1.069	NO	NO
Sismo Y	1.075	NO	NO
Sismo Y	1.125	NO	NO

B) VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE ESQUINAS ENTRANTES

<p>X-X Irreg. de geometria vertical:</p> <p>Y-Y Irreg. de geometria vertical:</p>	<p>$I_p = 0.9$</p> <p>$I_p = 0.9$</p>
---	---



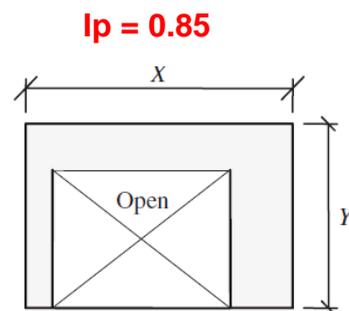
C) VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA

X-X Irreg. de geometrica vertical: $l_p = 1$
 Y-Y Irreg. de geometrica vertical: $l_p = 1$

$$A_t(\text{sección}) < 0.25 A_t(\text{total})$$

Irregular:

$$A_{open} > \frac{1}{2} XY \quad 6m^2 > 50m^2$$



D) VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE SISTEMAS NO PARALELOS

X-X Irreg. de geometrica vertical: $l_p = 1$
 Y-Y Irreg. de geometrica vertical: $l_p = 1$

$l_p = 0.90$

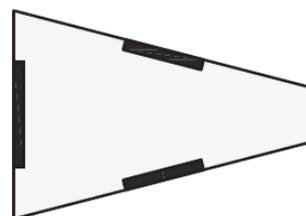


Tabla 19. Resumen de irregularidades

RESUMEN DE IRREGULARIDADES

Irregularidad en Planta	lpx	lpy
Irregularidad Torsional	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	1.00	1.00
Discontinuidad en Diafragma	1.00	1.00
Sistemas No Paralelos	1.00	1.00
	1.00	1.00

Irregularidad en Altura	lax	lay
Masa o Peso	1.00	1.00
Geometría Vertical	1.00	1.00
Discontinuidad Sist. Resist	1.00	1.00
Discontinuidad Ext. en Sist.	1.00	1.00
Rigidez	1.00	1.00
Rigidez Extrema	1.00	1.00
Resistencia	1.00	1.00
Extrema Resistencia	1.00	1.00
	1.00	1.00

Figura 50. Sistemas estructurales

3.2 Sistemas Estructurales

3.2.1 Estructuras de Concreto Armado

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

Pórticos. Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.

Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.

Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

Fuente: Normativa E 0.30

Tabla 20. Cortante en columnas

TABLE: Element Forces - Columns							
Story	Column	Unique Name	Output Case	Step Type	P	V2	V3
					tonf	tonf	tonf
T1	C1	161	SISMODX	Max	32.4149	1.0616	0.689
T1	C1	161	SISMODY	Max	11.1609	0.3429	1.5815
T1	C2	162	SISMODX	Max	52.6479	0.8551	0.5043
T1	C2	162	SISMODY	Max	20.8739	0.3025	1.2876
T1	C3	163	SISMODX	Max	13.6309	0.2784	0.6712
T1	C3	163	SISMODY	Max	4.4108	0.0846	1.4289
T1	C4	164	SISMODX	Max	5.7181	0.0497	0.5563
T1	C4	164	SISMODY	Max	2.5594	0.0457	1.1898
T1	C5	165	SISMODX	Max	8.3765	0.0498	0.4429
T1	C5	165	SISMODY	Max	4.8851	0.0459	0.9232
T1	C6	166	SISMODX	Max	24.0055	0.8678	0.715
T1	C6	166	SISMODY	Max	9.1355	0.3293	1.4989
T1	C7	167	SISMODX	Max	14.6303	0.7272	0.4478
T1	C7	167	SISMODY	Max	12.495	0.2362	0.6371
T1	C8	168	SISMODX	Max	10.5581	0.7719	0.554
T1	C8	168	SISMODY	Max	18.145	0.8224	1.1515
T1	C9	169	SISMODX	Max	8.4916	0.7667	0.392
T1	C9	169	SISMODY	Max	16.2857	0.8169	0.9128
T1	C10	269	SISMODX	Max	19.8341	0.2078	0.3966
T1	C10	269	SISMODY	Max	39.6882	0.098	0.7352
T1	C11	261	SISMODX	Max	15.335	0.2076	0.282
T1	C11	261	SISMODY	Max	32.7898	0.097	0.5916
T1	C12	35	SISMODX	Max	53.1374	0.1049	0.3807
T1	C12	35	SISMODY	Max	16.7574	0.0347	0.1315
T1	C13	42	SISMODX	Max	57.8078	0.0314	0.3089
T1	C13	42	SISMODY	Max	19.2412	0.0261	0.1374

Vx de columnas = 5.9799 Tonf
Vy de columnas = 12.207 Tonf

Tabla 21. Cortante en placas

TABLE: Pier Forces						
Story	Pier	Output Case	Step Type	P	V2	V3
				tonf	tonf	tonf
T1	P1	SISMODX	Max	20.2821	28.0434	4.1881
T1	P1	SISMODY	Max	57.1325	44.8796	3.1189
T1	P2	SISMODX	Max	24.9551	20.802	3.8165
T1	P2	SISMODY	Max	53.2921	35.115	2.2287
T1	P3	SISMODX	Max	24.3554	12.6638	0.2716
T1	P3	SISMODY	Max	18.2036	5.5402	0.5409
T1	P4	SISMODX	Max	15.9994	61.2282	1.4459
T1	P4	SISMODY	Max	23.9041	18.8456	0.6481

Vx de Muros. E= 89.2002 Tonf

Vy de Muros. E= 81.1836 Tonf

Tabla 22. Determinación del sistema estructural

CORTANTE TOTAL

Vx= 95.1801

Vy= 93.3906

X-X

Vc= 6.28% Tonf

Vm= 93.72% Tonf

Y-Y

Vc= 13.07% Tonf

Vm= 86.93% Tonf

El sistema de la vivienda es de Muros Estructurales en ambas direcciones

Tabla 23. Periodos de vibración de la estructura

Case	Mode	Period sec
Modal	1	0.504
Modal	2	0.435
Modal	3	0.373
Modal	4	0.138
Modal	5	0.123
Modal	6	0.103
Modal	7	0.084
Modal	8	0.07
Modal	9	0.065
Modal	10	0.052
Modal	11	0.05
Modal	12	0.048
Modal	13	0.044
Modal	14	0.034
Modal	15	0.03
Modal	16	0.028
Modal	17	0.023
Modal	18	0.021

Tabla 24. Frecuencias

TABLE: Modal Periods And Frequencies				
Case	Mode	Period sec		Frequency cyc/sec
Modal	1	0.504		1.984
Modal	2	0.435		2.298
Modal	3	0.373		2.681
Modal	4	0.138		7.264
Modal	5	0.123		8.1
Modal	6	0.103		9.668
Modal	7	0.084		11.84
Modal	8	0.07		14.369
Modal	9	0.065		15.391
Modal	10	0.052		19.378
Modal	11	0.05		19.93
Modal	12	0.048		20.979
Modal	13	0.044		22.513
Modal	14	0.034		29.494
Modal	15	0.03		33.278
Modal	16	0.028		35.978
Modal	17	0.023		43.657
Modal	18	0.021		47.065

Tabla 25. Masa participativa

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
		sec						
Modal 1		0.504	0.7596	0.0006	0.7596	0.0006	0.0151	0.0151
Modal 2		0.435	0.0082	0.0566	0.7678	0.0573	0.7315	0.7466
Modal 3		0.373	0.0029	0.731	0.7707	0.7883	0.055	0.8016
Modal 4		0.138	0.0475	0.002	0.8183	0.7902	0.0491	0.8507
Modal 5		0.123	0.09	0.0079	0.9083	0.7981	0.0483	0.899
Modal 6		0.103	0.0011	0.102	0.9094	0.9001	0.0101	0.9091
Modal 7		0.084	0.0103	0.0044	0.9197	0.9046	0.0154	0.9245
Modal 8		0.07	0.0065	0.0037	0.9262	0.9083	0.0084	0.9329
Modal 9		0.065	0.00001163	0.0273	0.9262	0.9355	0.003	0.9359
Modal 10		0.052	0.0112	0.0015	0.9374	0.9371	0.0015	0.9374
Modal 11		0.05	0.0163	0.0048	0.9537	0.9419	0.0002	0.9375
Modal 12		0.048	0.0045	0.0028	0.9581	0.9447	0.0144	0.9519
Modal 13		0.044	0.0001	0.0019	0.9582	0.9466	0.0039	0.9558
Modal 14		0.034	0.0001	0.0182	0.9583	0.9648	0.0003	0.9561
Modal 15		0.03	0.0049	0.0002	0.9632	0.9649	0.0024	0.9585
Modal 16		0.028	0.0058	0	0.969	0.9649	0.005	0.9634
Modal 17		0.023	0.000002196	0.0037	0.969	0.9686	0.0002	0.9636
Modal 18		0.021	0.0002	0.004	0.9692	0.9726	0.0004	0.964

Figura 51. Fuerza cortante

4.6.4 Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

Fuente: Normativa E 0.30

Figura 52. Límite de distorsión de entrepiso - AME

Tabla N° 11	
LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	($\Delta i / h_{ei}$)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Normativa E 0.30

Figura 53. Límite de distorsión – ATH

4.7.3 Tratamiento de Resultados

En caso se utilicen por lo menos siete juegos de registros del movimiento del suelo, las fuerzas de diseño, las deformaciones en los elementos y las distorsiones de entrepiso se evaluarán a partir de los promedios de los correspondientes resultados máximos obtenidos en los distintos análisis. Si se utilizaran menos de siete juegos de registros, las fuerzas de diseño, las deformaciones y las distorsiones de entrepiso serán evaluadas a partir de los máximos valores obtenidos de todos los análisis.

Las distorsiones máximas de entrepiso no deberán exceder de 1,25 veces de los valores indicados en la Tabla N.º 11.

Fuente: Normativa E 0.30

Figura 54. Instalación de acelerómetros del instituto geofísico del Perú

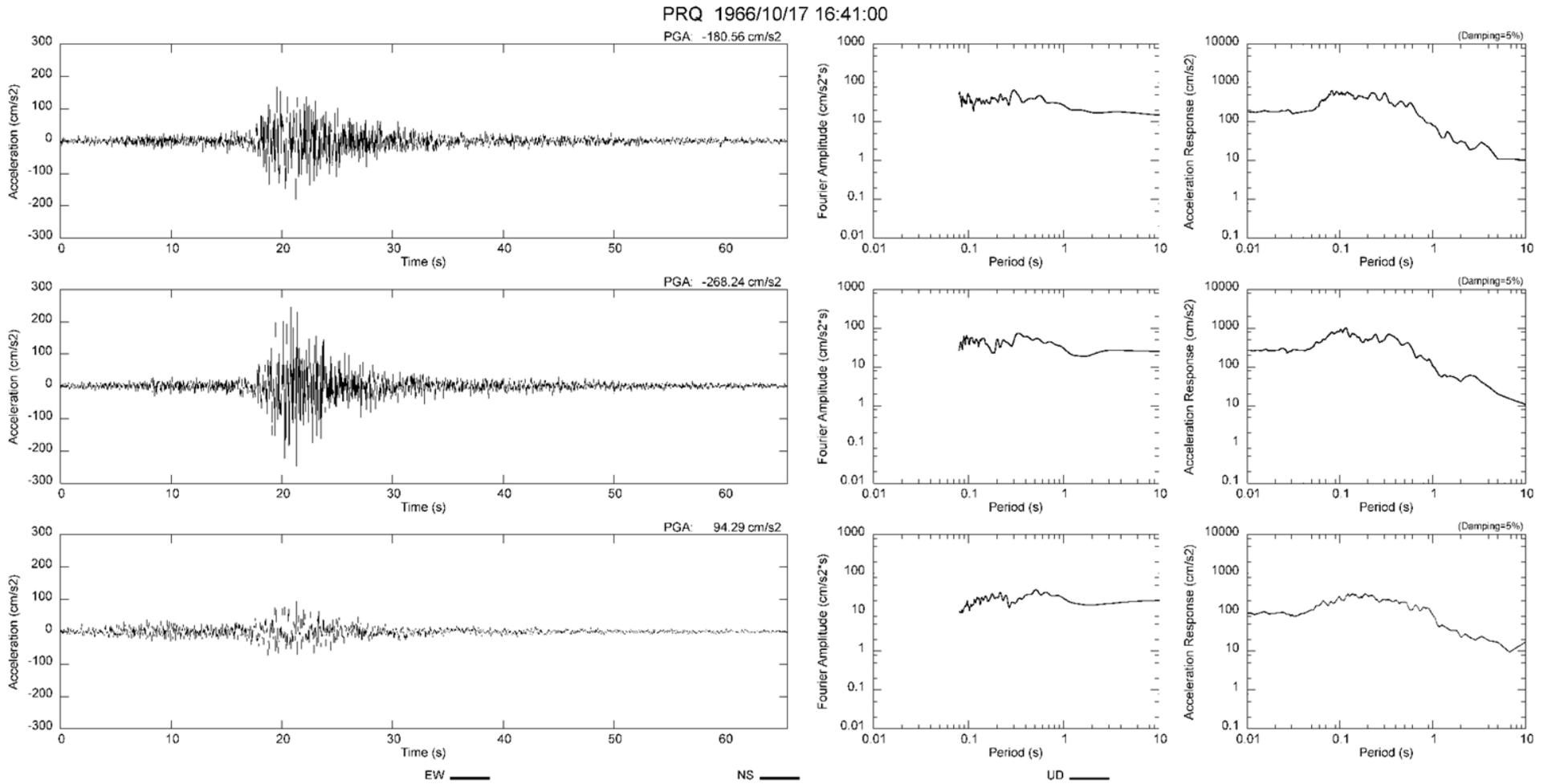
ACELERÓMETROS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La instrumentación acelerométrica a instalarse en edificios, deben cumplir requisitos mínimos para lograr el óptimo monitoreo suelo-estructura. A continuación, usted tiene a disposición el siguiente documento técnico que describe las "Especificaciones técnicas para registradores acelerométricos y requisitos mínimos para su instalación, operación y mantenimiento Norma E.030 Diseño Sismo-resistente."

Importante a considerar:

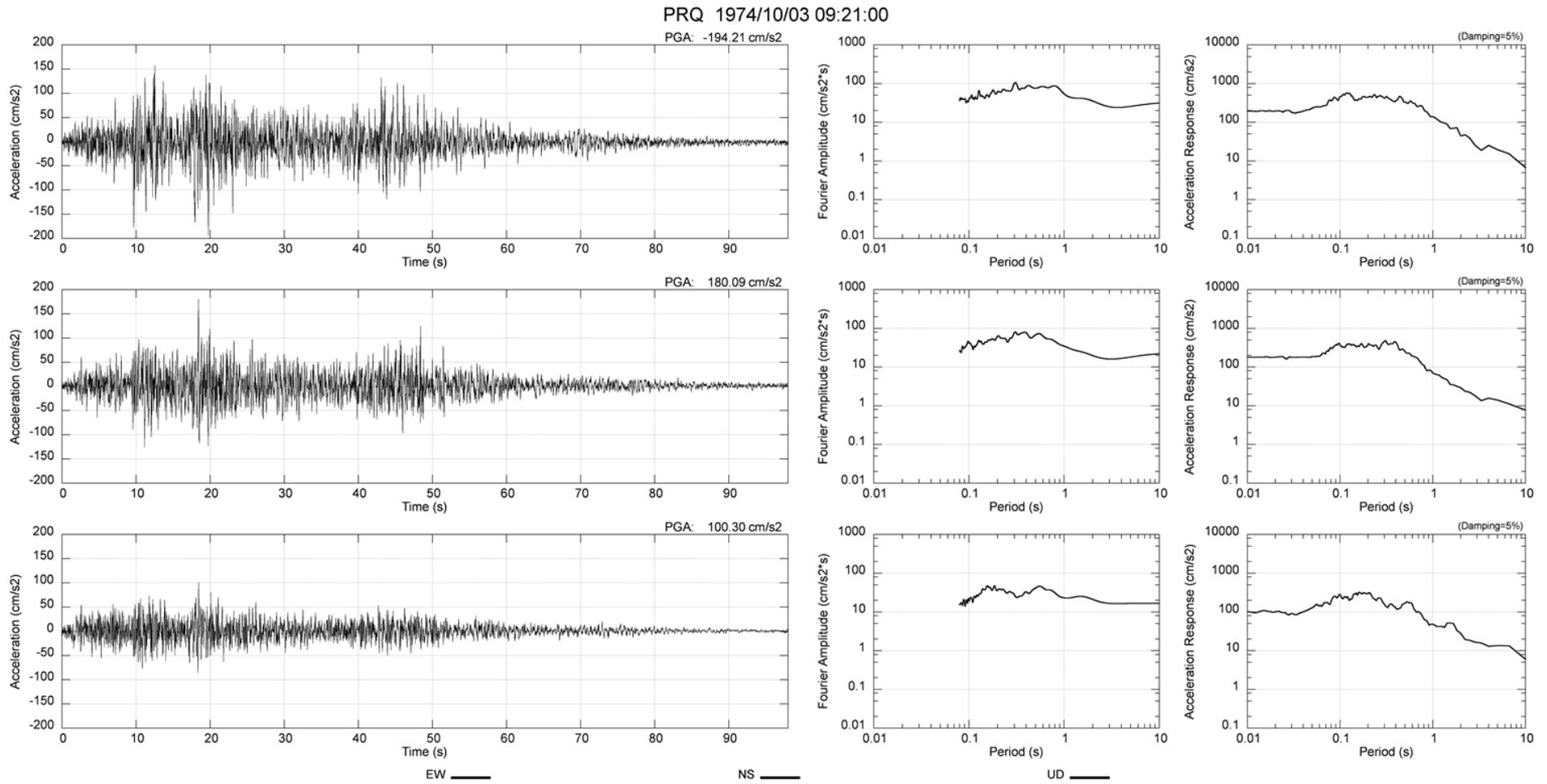
De acuerdo a la Norma E030 de Diseño Sismo-Resistente, durante la instalación del acelerómetro se ha considerado que su "eje X" o norte-sur, este alineado y en dirección del lado de mayor longitud de a edificación. Asimismo, el "eje Y" o este-oeste estará orientado en dirección del lado de menor longitud.

Figura 55. Sismo Lima 1966 - M.8,1



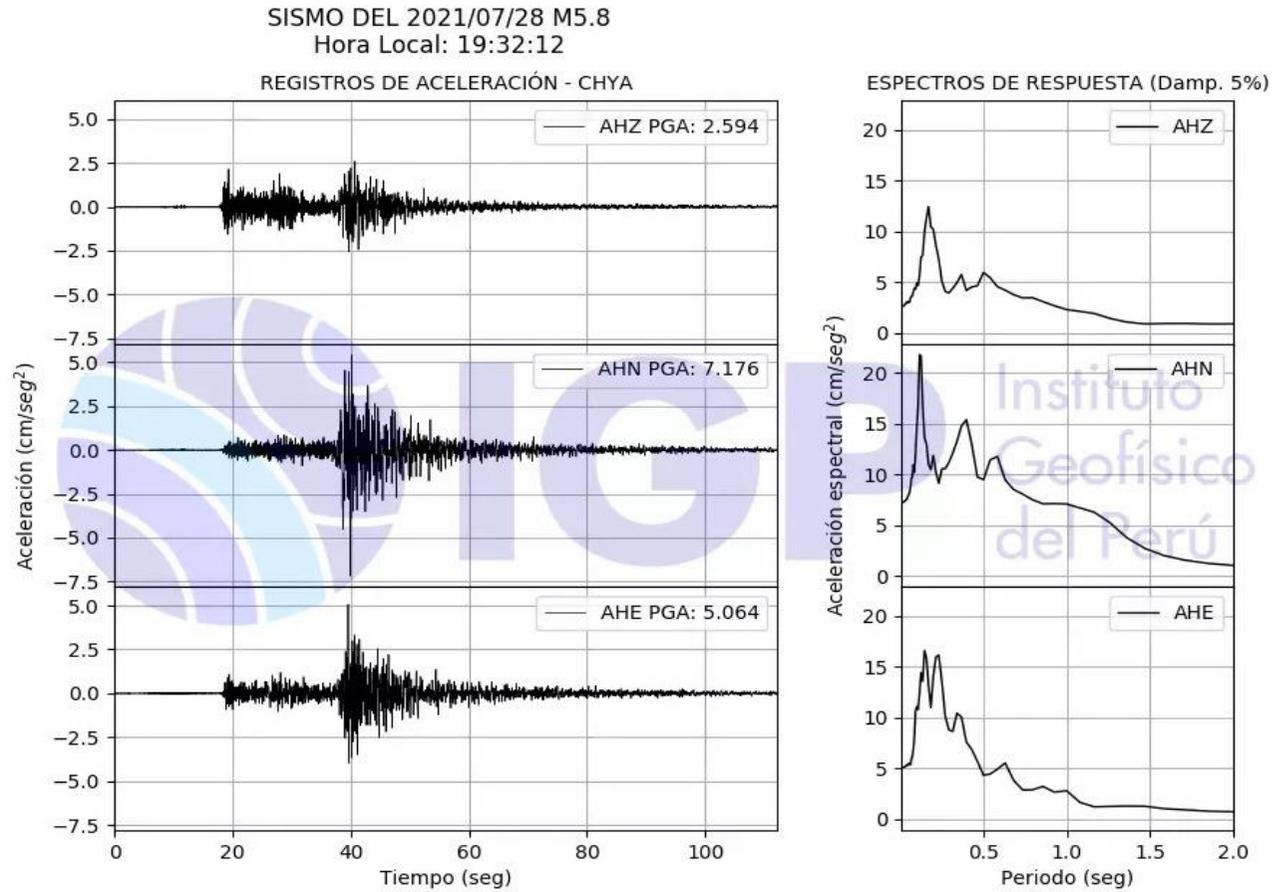
Fuente: IGP Aceldat

Figura 56. Sismo Lima 1974 - M.6,6



Fuente: IGP Aceldat

Figura 57. Sismo Trujillo 2021 - M.5,8



Fuente: IGP Aceldat

Figura 58. Insertando sismo Lima 1966

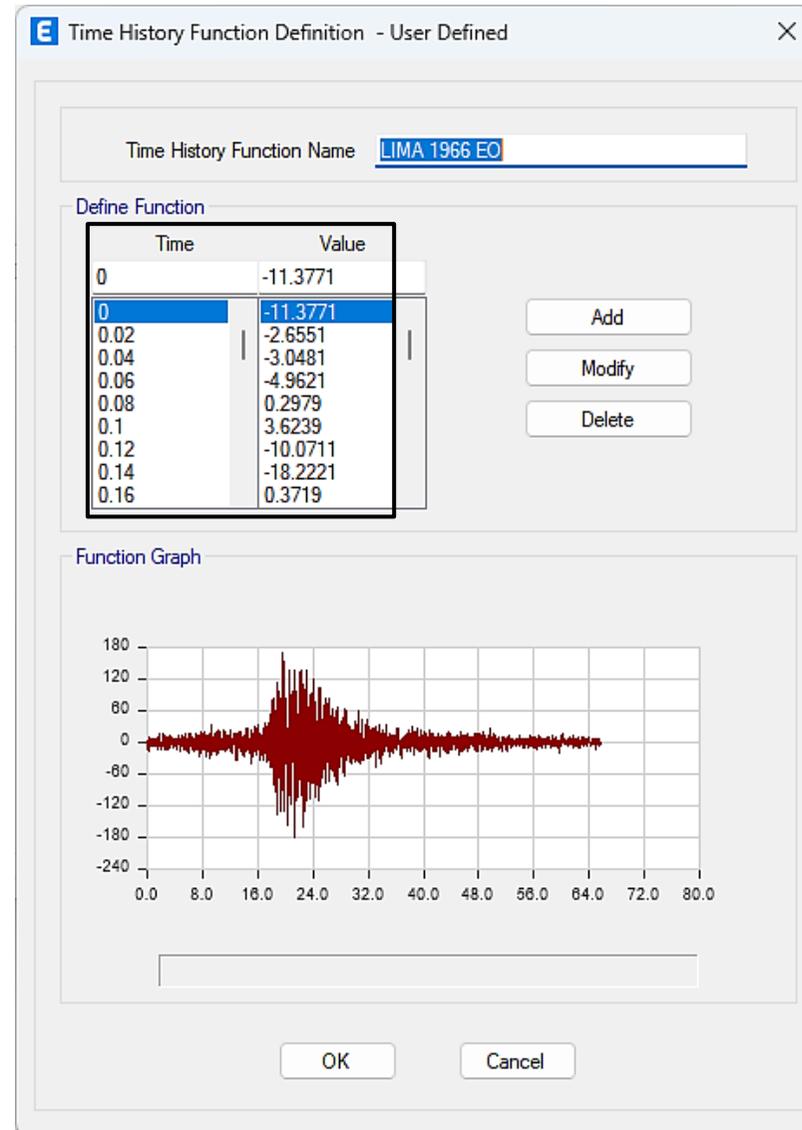
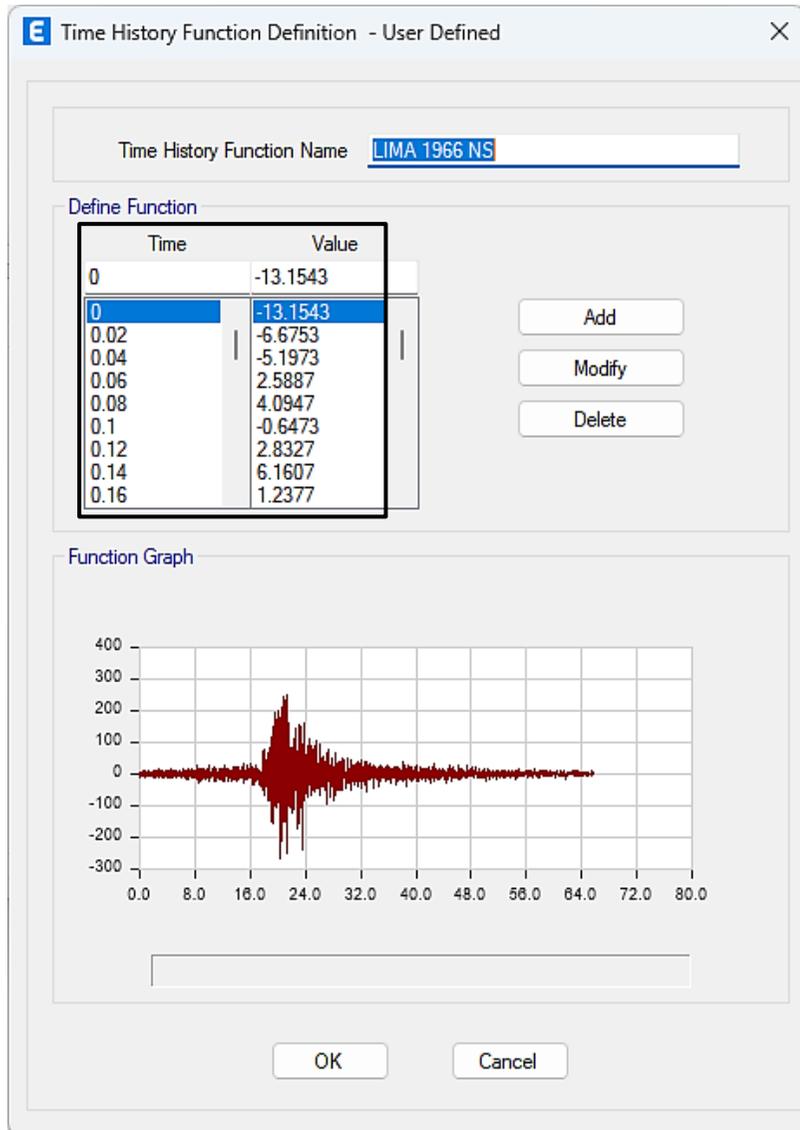


Figura 59. Sismo Lima 1966 con sus respectivas direcciones X-NS y Y-EO

E Load Case Data [X]

General

Load Case Name: **ATHL X-NS LIMA 66** [Design...]

Load Case Type/Subtype: Time History | Linear Modal [Notes...]

Mass Source: Previous (CATEGORIA C)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	LIMA 1966 NS	1

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Time History Motion Type: Transient

Number of Output Time Steps: 3283

Output Time Step Size: 0.02 sec

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

[OK] [Cancel]

E Load Case Data [X]

General

Load Case Name: **ATHL Y-EO LIMA 66** [Design...]

Load Case Type/Subtype: Time History | Linear Modal [Notes...]

Mass Source: Previous (CATEGORIA C)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	LIMA 1966 EO	1

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Time History Motion Type: Transient

Number of Output Time Steps: 3283

Output Time Step Size: 0.02 sec

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

[OK] [Cancel]

Figura 60. Insertando sismo Lima 1974

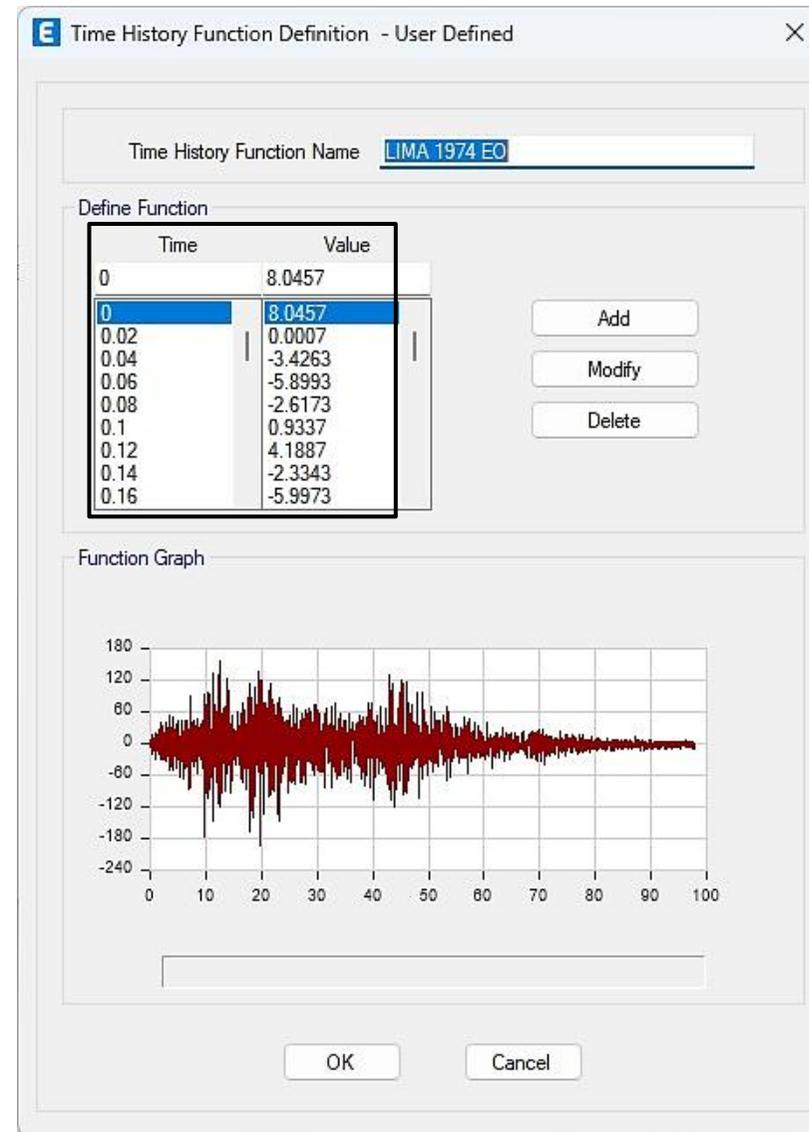
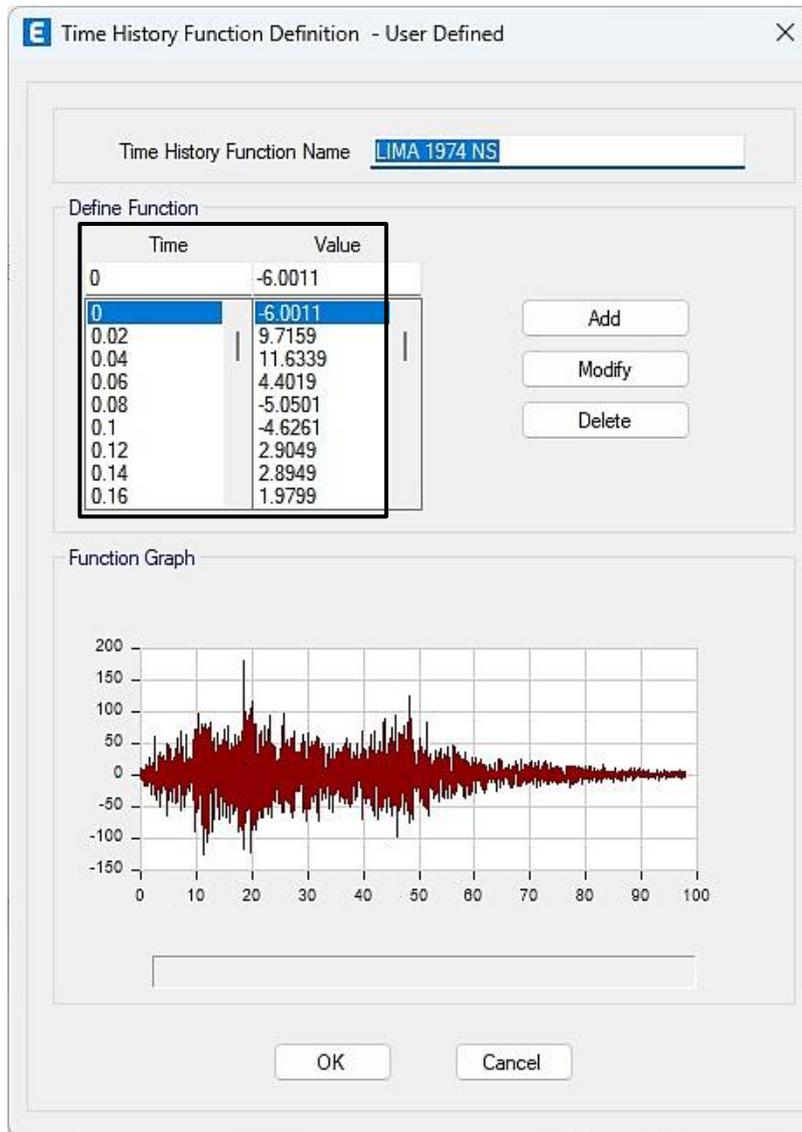


Figura 61. Sismo Lima 1974 con sus respectivas direcciones X-NS y Y-EO

E Load Case Data [X]

General

Load Case Name: **ATHL X-NS LIMA 74** [Design...]

Load Case Type/Subtype: Time History / Linear Modal [Notes...]

Mass Source: Previous (CATEGORIA C)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	LIMA 1974 NS	1

[Add] [Delete] Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Time History Motion Type: Transient

Number of Output Time Steps: 4899

Output Time Step Size: 0.02 sec

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

[OK] [Cancel]

E Load Case Data [X]

General

Load Case Name: **ATHL Y-EO LIMA 74** [Design...]

Load Case Type/Subtype: Time History / Linear Modal [Notes...]

Mass Source: Previous (CATEGORIA C)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	LIMA 1974 EO	1

[Add] [Delete] Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Time History Motion Type: Transient

Number of Output Time Steps: 4899

Output Time Step Size: 0.02 sec

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

[OK] [Cancel]

Figura 62. Insertando sismo Trujillo 2021

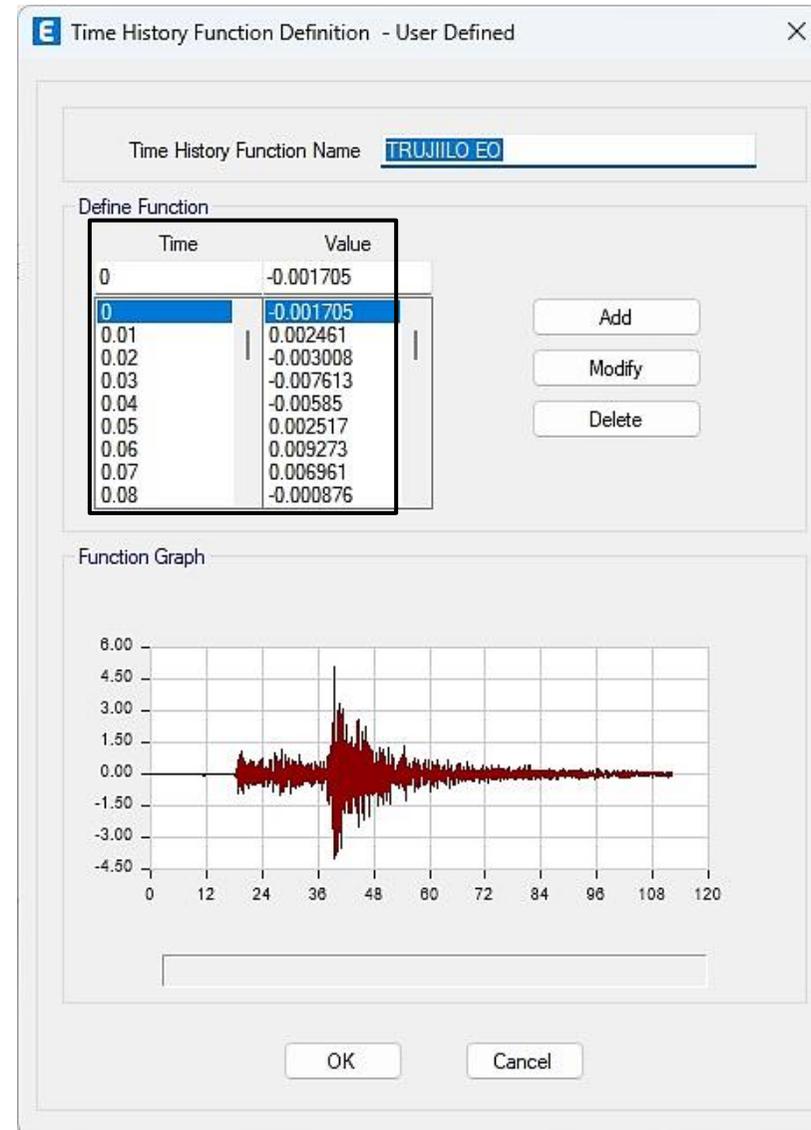
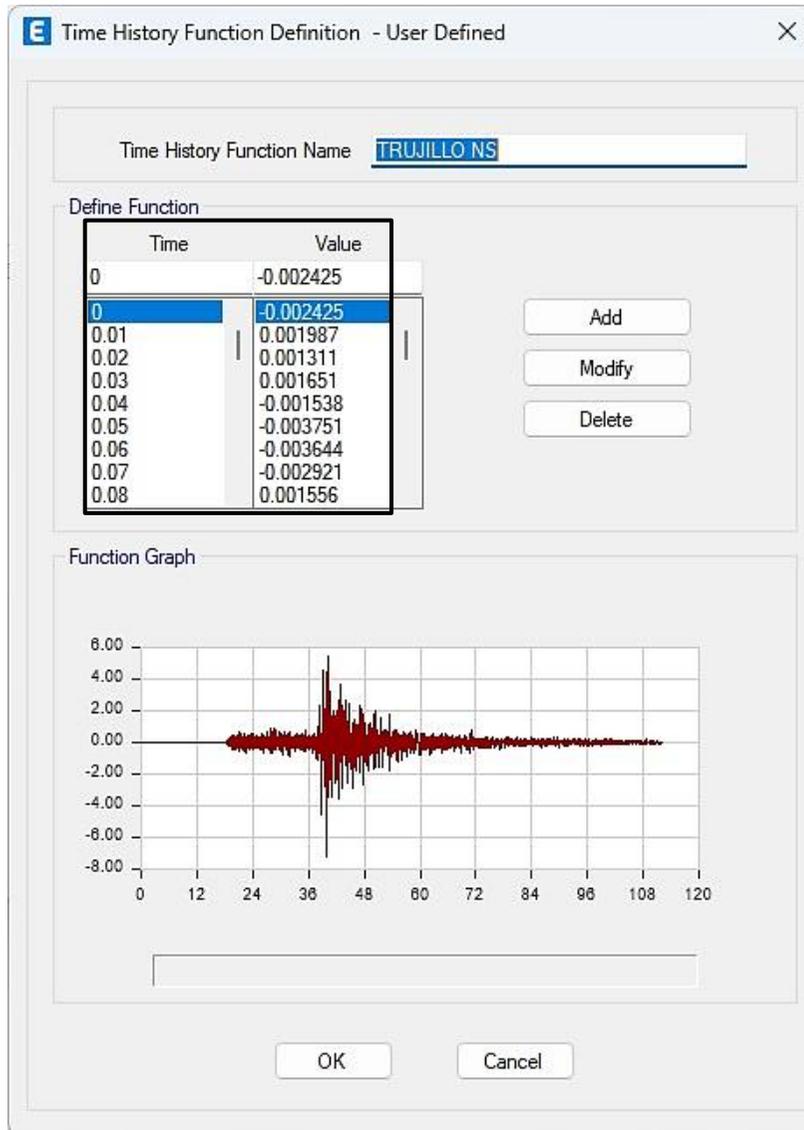


Figura 63. Sismo Trujillo 2021 con sus respectivas direcciones X-NS y Y-EO

E Load Case Data [X]

General

Load Case Name: **ATHL X-NS TRUJILLO** [Design...]

Load Case Type/Subtype: Time History [v] Linear Modal [v] [Notes...]

Mass Source: Previous (CATEGORIA C)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	TRUJILLO NS	1

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal [v]

Time History Motion Type: Transient [v]

Number of Output Time Steps: 11225

Output Time Step Size: 0.01 sec

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

[OK] [Cancel]

E Load Case Data [X]

General

Load Case Name: **ATHL Y-EO TRUJILLO** [Design...]

Load Case Type/Subtype: Time History [v] Linear Modal [v] [Notes...]

Mass Source: Previous (CATEGORIA C)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	TRUJILLO EO	1

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal [v]

Time History Motion Type: Transient [v]

Number of Output Time Steps: 11225

Output Time Step Size: 0.01 sec

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

[OK] [Cancel]

Figura 64. Gráficos del tiempo historia en las direcciones “X” y “Y” con el sismo de Lima66

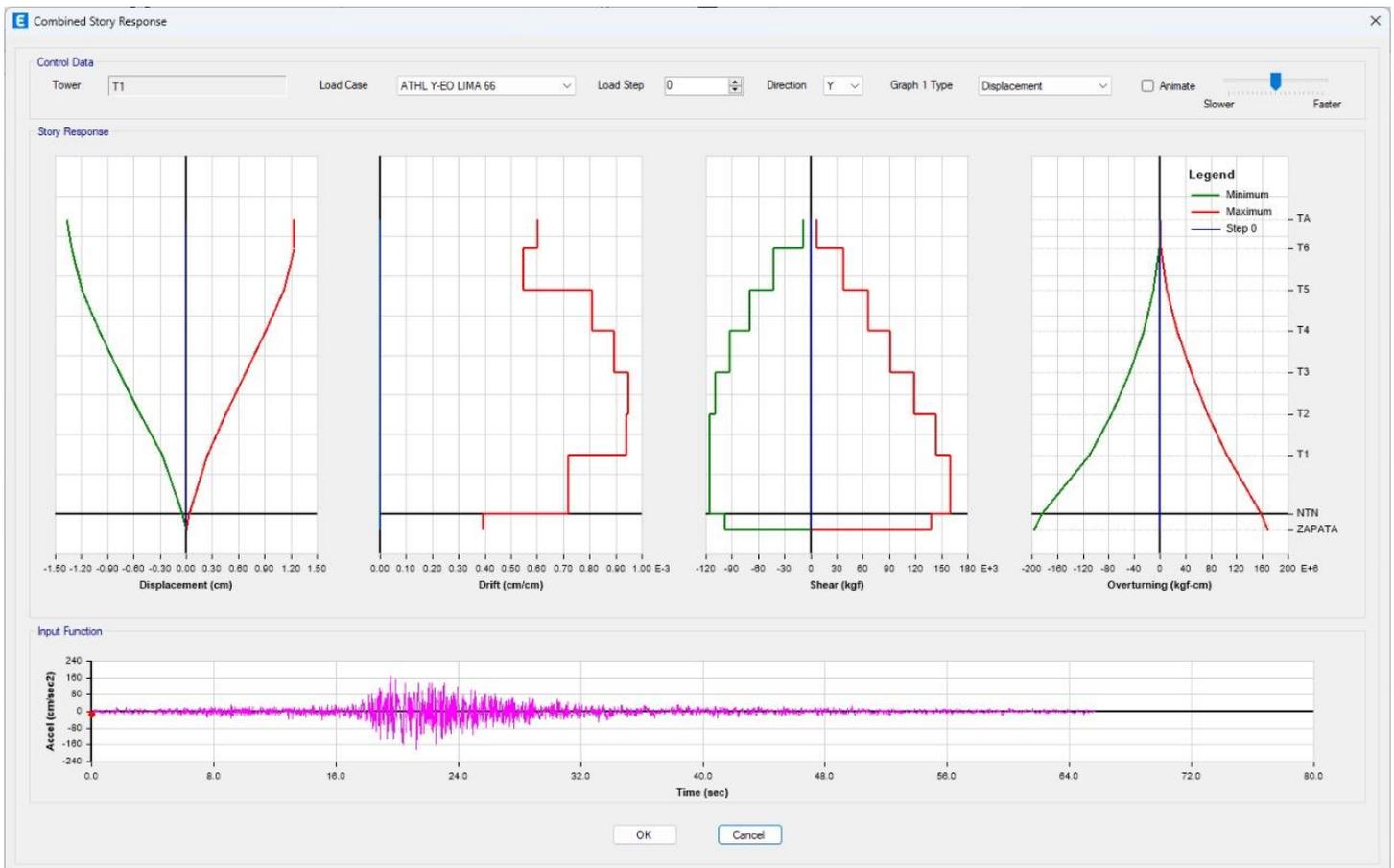
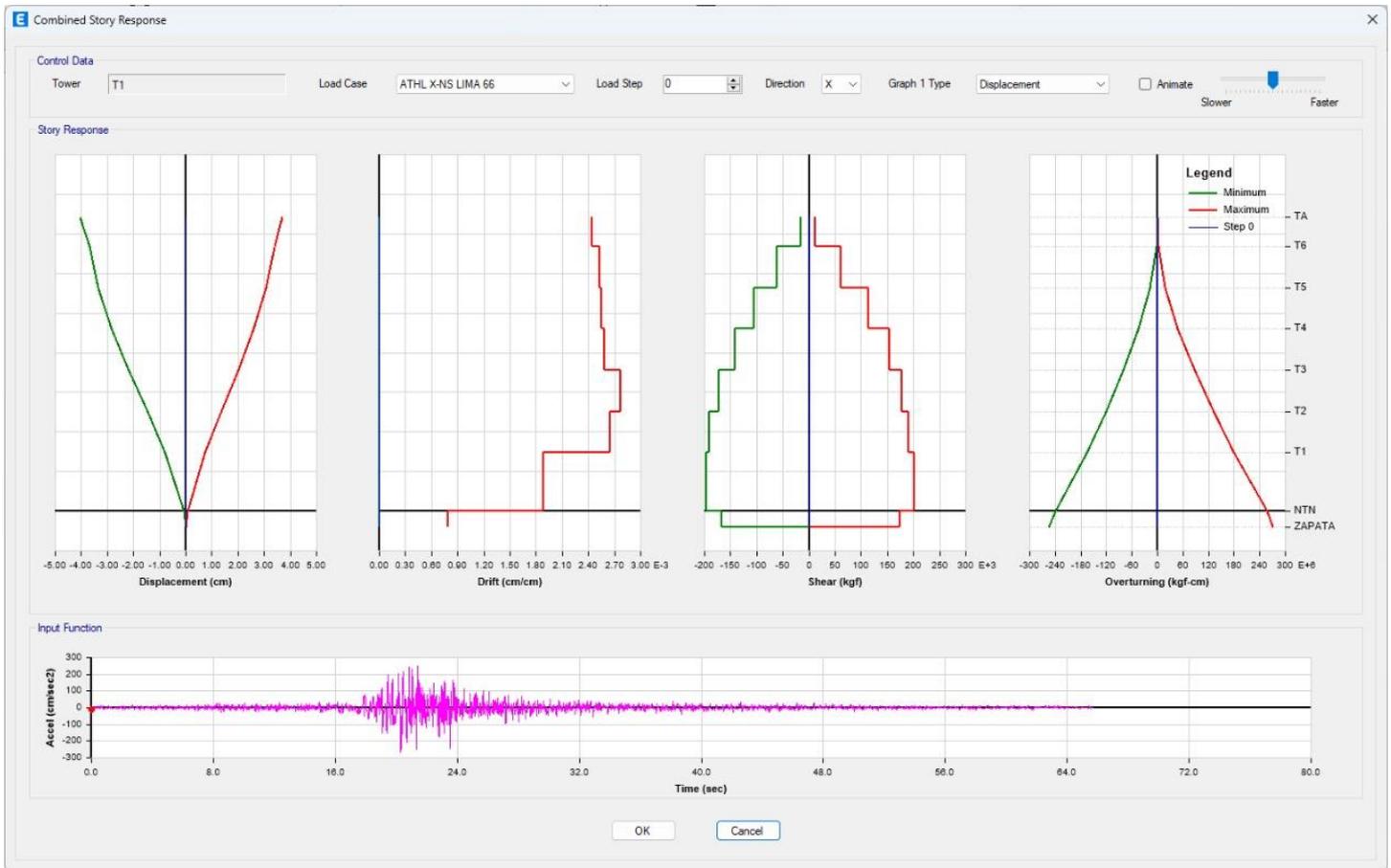


Figura 65. Gráficos del tiempo historia en las direcciones "X" y "Y" con el sismo de Lima74

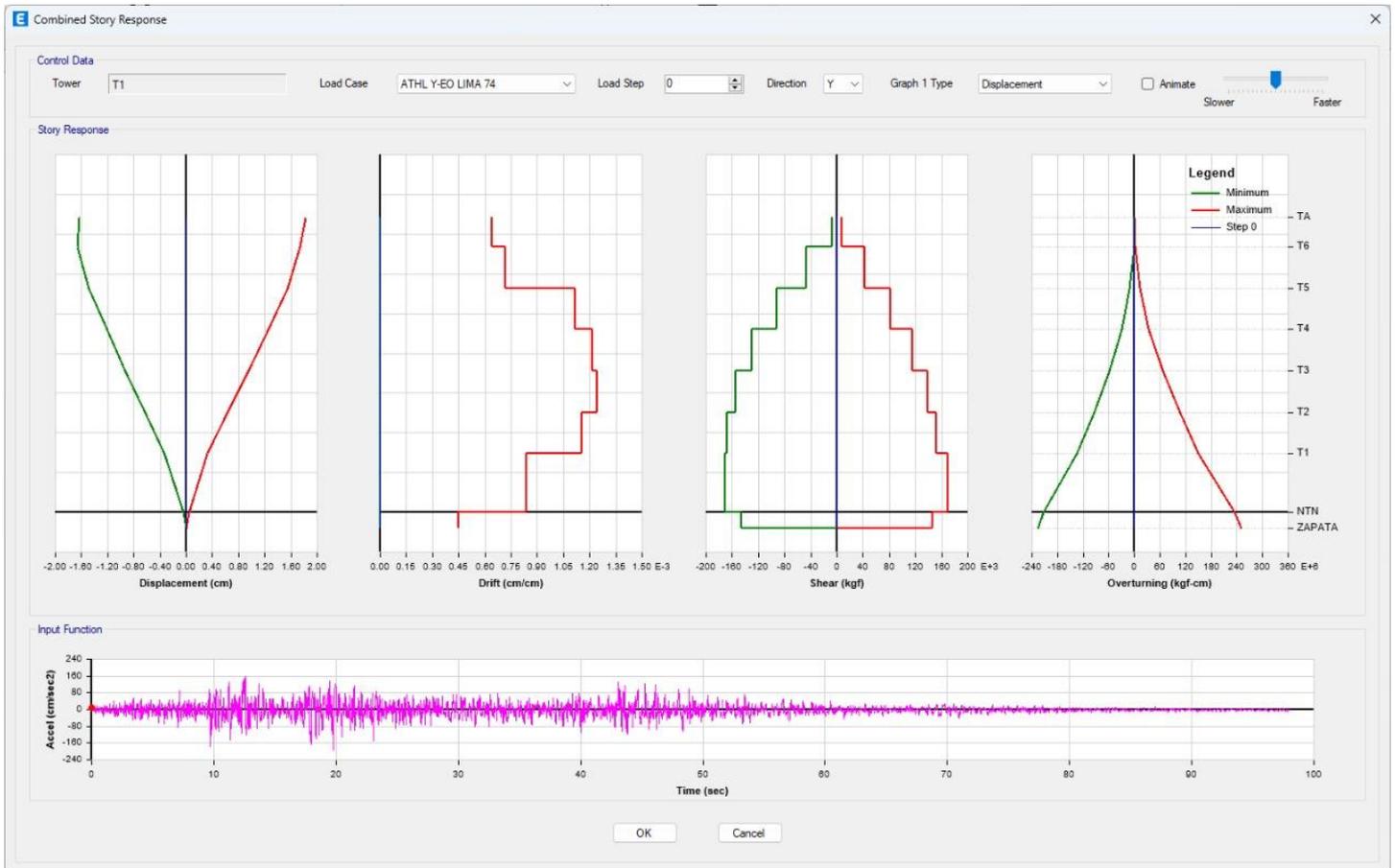
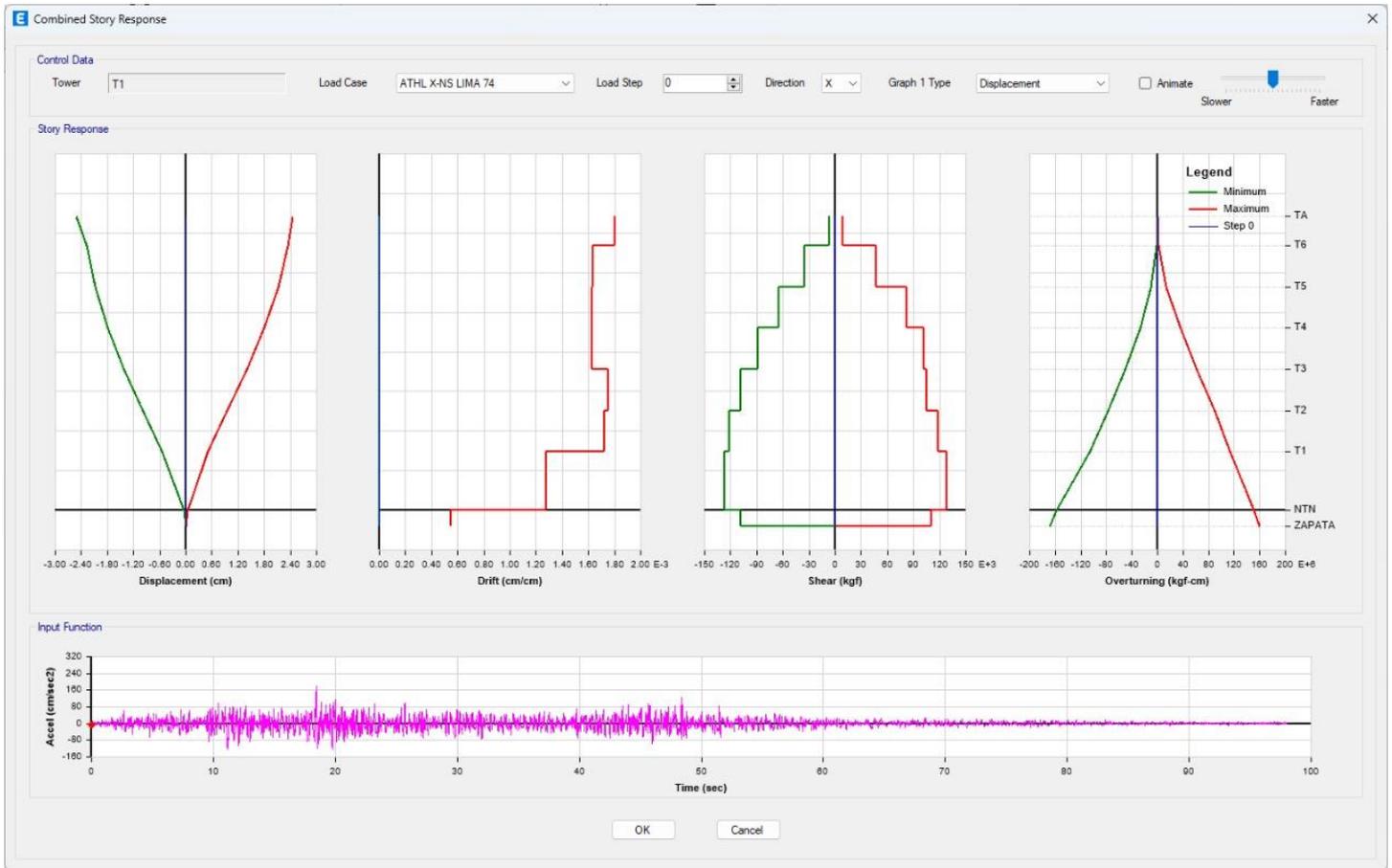


Figura 66. Gráficos del tiempo historia en las direcciones “X” y “Y” con el sismo de Trujillo21

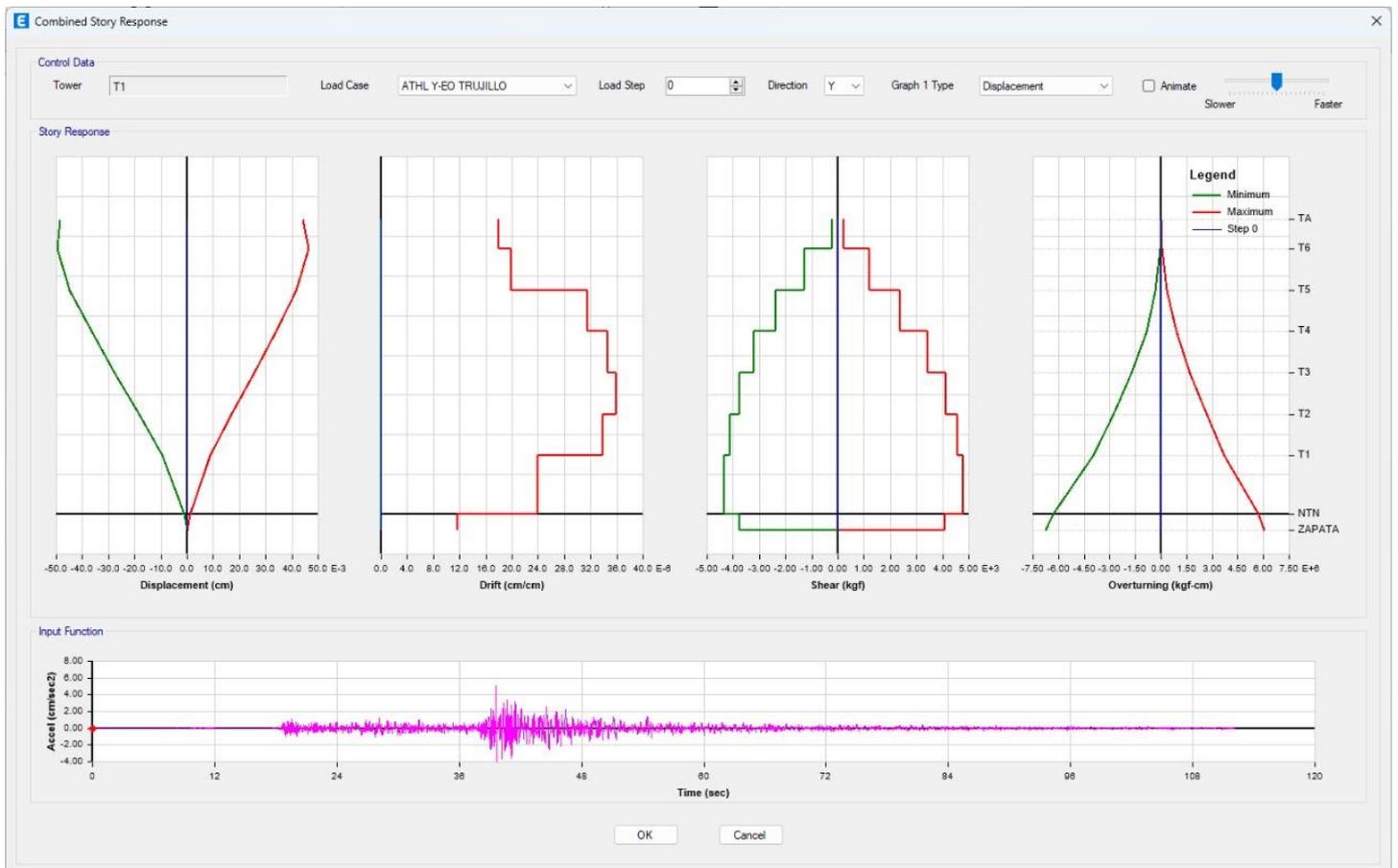
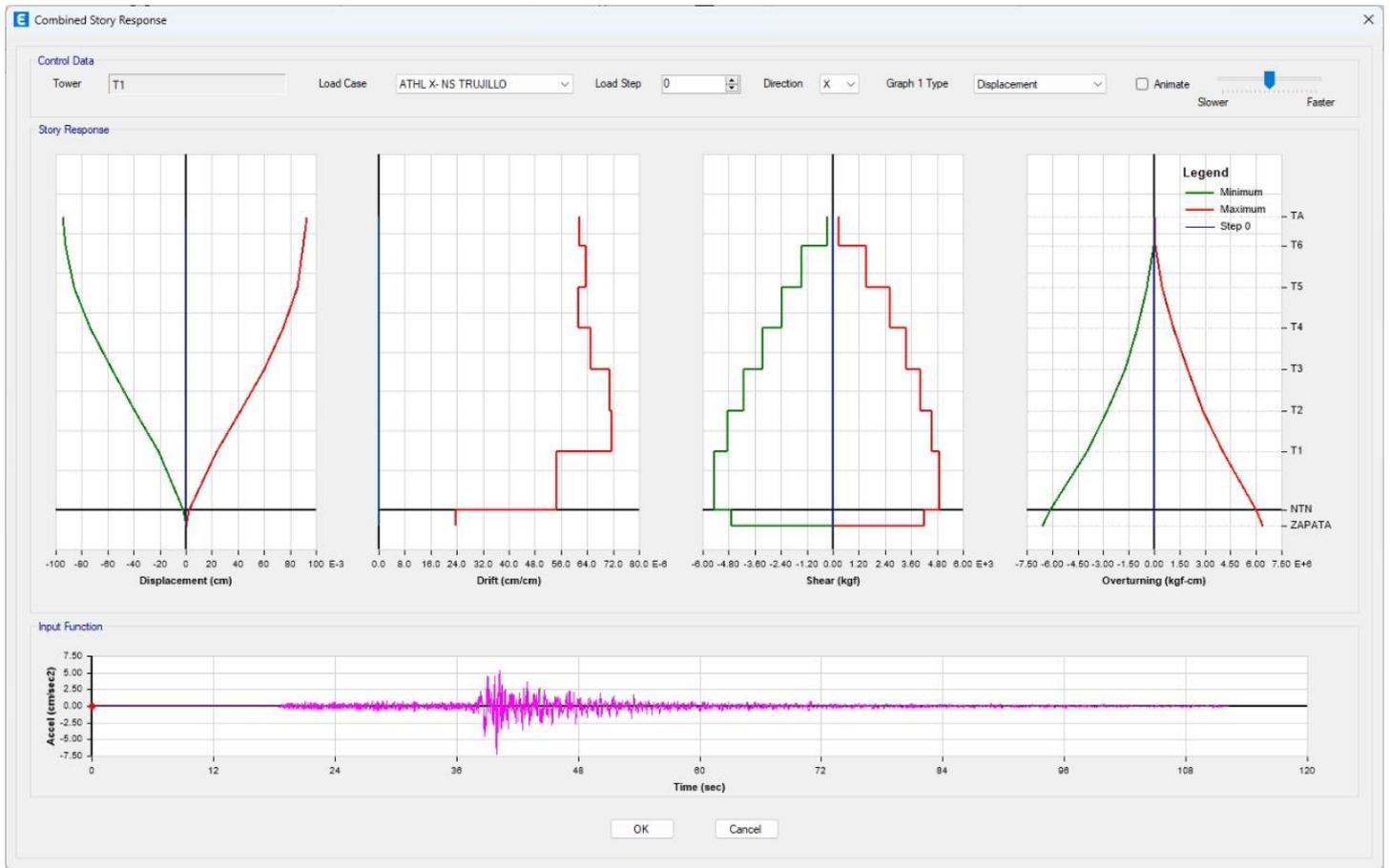


Figura 67. Diseño de vigas

		3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	T6
		3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	
3.68 68 68		6.43	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	T5
3.68 68 68		3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	
3.68 68 68		6.78	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	T4
3.68 68 68		3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	
3.68 68 68		6.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.71	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	T3
3.68 68 68		3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	
3.68 68 68		6.40	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	T2
3.68 68 68		3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	
3.68 68 68		5.40	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	T1
3.68 68 68		3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	

