



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra
con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Cabañas Urcia, Carlos Derech (ORCID: 0000-002-9229-5808)

Pariona Torres, José Eduardo (ORCID: 0000-0002-8286-259X)

ASESOR:

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo a nuestros familiares, que siempre nos han apoyado en el transcurso de nuestra carrera universitaria.

A mis maestros, compañeros y a la universidad, por brindarnos la oportunidad de forjarnos como personas.

A Dios, quien nos ha guiado y fortalecido para cumplir nuestros objetivos.

Agradecimiento

Primero agradecer a Dios por todas las cosas pedirle fuerzas para seguir mejorando y seguir aprendiendo sobre la vida.

A nuestro asesor Mg. Ing. Pinto Barrantes Raúl, le agradecemos por la enseñanza y conocimiento compartido.

A la empresa CONSTRUCTORA GN GAMBOA Y CIA S.A.C, le agradecemos por permitirnos acceder al colegio en plena construcción.

A nuestros compañeros de la Universidad, muchas gracias por su aprecio, generosidad y apoyo.

Índice de contenidos

Carátula.....	ii
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	viii
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
II. MARCO TEÓRICO.....	18
III. METODOLOGÍA.....	47
3.1. Tipo y diseño de investigación	47
3.2. Variables y operacionalización.....	48
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	50
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
3.5. Procedimientos	53
3.6. Método de análisis de datos	53
3.7. Aspectos éticos	54
IV. RESULTADOS.....	55
V. DISCUSIÓN	131
VI. CONCLUSIONES	133
VII. RECOMENDACIONES	134
REFERENCIAS.....	135
ANEXOS	141

Índice de tablas

Tabla 01. Nivel de desempeño y índice de daño.....	44
Tabla 02. Matriz de nivel y desempeño.....	45
Tabla 03. Derivas entre pisos según manual HAZUS.....	45
Tabla 04. Desempeño estructural y derivas objetivos tipo CM	46
Tabla 05. Rangos y magnitud de validez	52
Tabla 06. Resolución de expertos para la validación	52
Tabla 07. Rangos y magnitud de confiabilidad.....	52
Tabla 08. Resolución de expertos para la confiabilidad.....	53
Tabla 09. Datos de la estructura	60
Tabla 10. Sistema estructural	60
Tabla 11. Consideraciones de carga muerta.....	61
Tabla 12. Consideraciones de carga viva	62
Tabla 13. Propiedades de los materiales	62
Tabla 14. Parámetros de factor de zona	63
Tabla 15. Parámetros de factor de zona	64
Tabla 16. Parámetros de los periodos.....	64
Tabla 17. Tipos de categoría de edificación.....	65
Tabla 18. Sistemas estructurales.....	65
Tabla 19. Parámetros sísmicos.....	66
Tabla 20. Factor de fuerzas sísmicas.....	67
Tabla 21. Resultados de los pesos, fuerzas y cortante basal.....	67
Tabla 22. Masa participativa del sistema dual.....	69
Tabla 23. Periodos, Factores de amplificación sísmica y Pseudo aceleraciones.....	69
Tabla 24. Datos del desplazamiento relativo según la norma E.030, dirección (X).....	74
Tabla 25. Datos del desplazamiento, según la norma E.030 en la dirección (Y)	74
Tabla 26. Periodos, coeficiente de reducción, pseudo aceleración	75
Tabla 27. Datos del desplazamiento relativo en la dirección (X)	77

Tabla 28. <i>Datos del desplazamiento relativo, en la dirección (Y)</i>	77
Tabla 29. <i>Características de registros sísmicos</i>	78
Tabla 30. <i>Datos de desplazamiento con función de tiempo historia LIMA 1966 E-W</i>	88
Tabla 31. <i>Datos de desplazamiento con función de tiempo historia LIMA 1966 N-S</i>	89
Tabla 32. <i>Datos de desplazamiento con función de tiempo historia ANCASH 1970 E-W</i>	90
Tabla 33. <i>Datos de desplazamiento con función de tiempo historia ANCAHS 1970 N-S</i>	91
Tabla 34. <i>Datos de desplazamiento con función de tiempo historia LIMA 1974 E-W</i>	92
Tabla 35. <i>Datos de desplazamiento con función de tiempo historia LIMA 1974 N-S</i>	93
Tabla 36. <i>Perfil circular tipo HSS 20.09 - HSS 10.00</i>	98
Tabla 37. <i>Determinación de la ecuación mediante la rigidez</i>	99
Tabla 38. <i>Valores de amortiguamiento</i>	100
Tabla 39. <i>Ángulo de inclinación del disipador</i>	100
Tabla 40. <i>Masa de la estructura</i>	100
Tabla 41. <i>Datos necesarios para la hallar la frecuencia angular</i>	101
Tabla 42. <i>Nodos de deformación de cada nivel</i>	102
Tabla 43. <i>Resultado del desplazamiento modal Φ_i y relativo</i>	102
Tabla 44. <i>Resultado ángulo, masa, desplazamiento relativo y modal</i>	103
Tabla 45. <i>Desplazamiento de la estructura</i>	104
Tabla 46. <i>Resultados del $(w_i * \Phi_{im})$</i>	104
Tabla 47. <i>Resultado de la masa y desplazamiento de cada nivel</i>	105
Tabla 48. <i>Resultado de la amplitud, periodo del sistema y modo de vibración</i>	106
Tabla 49. <i>Resultado del coeficiente de amortiguamiento</i>	106
Tabla 50. <i>Resultados, parámetros para el D.F.V.</i>	107
Tabla 51. <i>Modos y masas participativas de la estructura con disipadores diagonales</i>	111
Tabla 52. <i>Reducción por amortiguamiento</i>	112
Tabla 53. <i>Sismo de 1966, desplazamiento E-W con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y)</i>	115
Tabla 54. <i>Sismo de 1966, desplazamiento N-S con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y)</i>	116

Tabla 55. Sismo de 1970, desplazamiento E-W con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y).....	117
Tabla 56. Sismo de 1970, desplazamiento N-S con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y).....	118
Tabla 57. Sismo de 1974, desplazamiento E-W con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y).....	119
Tabla 58. Sismo de 1974, desplazamiento N-S con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y).....	120
Tabla 59. Matriz de consistencia.....	146
Fuente: elaboración propia.	146
Tabla 60. Matriz operacional.....	147

Índice de figuras

Figura 01. Sistema sin disipación energía.....	23
Figura 02. Sistema con disipador de energía.....	24
Figura 03. Partición de energía sin disipador	25
Figura 04. Partición de energía con disipador	25
Figura 05. Distribución de los sistemas modernos de protección sísmica.	26
Figura 06. Sistemas pasivos de control de respuesta.	27
Figura 07. Estructura con sistema de control híbrido.....	28
Figura 08. Estructura con sistema de control semi - activo.....	28
Figura 09. Clasificación de los disipadores de energía.....	29
Figura 10. Clasificación de los sistemas de disipación de energía.	29
Figura 11. Dispositivo histerético metálico, tipo (ADAS).....	30
Figura 12. Dispositivo viscoelástico sólido	31
Figura 13. Disipadores de fluido viscoso.....	31
Figura 14. Comportamiento externo de un disipador de fluido viscoso.....	32
Figura 15. Disipador tipo Chevron.....	33
Figura 16. Disipador colocado en diagonal	33
Figura 17. Desplazamientos de los disipadores durante un sismo.	34
Figura 18. Disipador de fluido viscoso.....	34
Figura 19. Fórmula para el amortiguamiento lineal	35
Figura 20. Fórmula para el amortiguamiento efectivo equivalente.....	35
Figura 21. Valores de parámetro lambda	36
Figura 22. Comportamiento ante movimiento sísmico.....	37
Figura 23. Curva histerética.	37
Figura 24. Sistemas estructurales más usados.....	38
Figura 25. Elevación de dos Pórticos Planos.	39
Figura 26. Zonas sísmicas.	40
Figura 27. Fuerzas cortantes en cada entrepiso.	41

Figura 28. Durante un terremoto.....	43
Figura 29. Fases de la investigación aplicada.....	54
Figura 30. Ubicación IE 6046 Virgen de Fátima.....	55
Figura 31. Primer nivel - bloque "E".....	56
Figura 32. Segundo nivel - bloque "E".....	57
Figura 33. Tercer nivel - bloque "E".....	58
Figura 34. Elevación - bloque "E".....	59
Figura 35. Vista en 3D, pabellón "E".....	61
Figura 36. Tipos de categoría de edificación.....	66
Figura 37. Resumen masivo por historia.....	67
Figura 38. Vista de Modos de Vibración.....	68
Figura 39. Parámetros sísmicos según la norma E.030.....	71
Figura 40. Espectro colocado al software.....	71
Figura 41. Determinación de "K".....	72
Figura 42. Definición de la carga sísmica por el software.....	72
Figura 43. Asignación de la carga dinámica sísmica.....	73
Figura 44. Asignación de combinación de carga.....	75
Figura 45. Parámetros sísmicos.....	77
Figura 46. Escala de espectro.....	78
Figura 47. Espectro objetivo escalado $R = 1$	79
Figura 48. Espectro objetivo de escalamiento en el programa SeismoMatch.....	79
Figura 49. Registro sísmico de año de 1996.....	80
Figura 50. ACELEROGRAMA inicial, Lima de 1966 E-W en SeismoSignal.....	81
Figura 51. ACELEROGRAMA corregido, Lima de 1966 E-W en SeismoSignal.....	82
Figura 52. Comparación, registros sísmico original vs escalado, Lima 1966 E-W.....	82
Figura 53. Comparación, registros sísmico original vs escalado, L. 1966 N-S.....	83
Figura 54. Datos del evento sísmico Lima de 1966 E-W.....	84
Figura 55. Datos del evento sísmico Lima de 1966 N-S.....	84
Figura 56. Registro sísmico escalado en el programa ETABS, Lima 1966 E-W.....	85

Figura 57. Registro sísmico escalado en el programa ETABS, Lima 1966 N-S.....	86
Figura 58. Caso de carga de sismo Lima 1966 E-W.	86
Figura 59. Selección de casos de carga de sismo E-W y N-S.....	87
Figura 60. Sismos, ocurridos en la historia del Perú.	87
Figura 61. Desplazamiento en el centro de masa con el Tiempo Historia	94
Figura 62. Detalle del brazo metálico.....	97
Figura 63. Distancia del brazo metálico.	98
Figura 64. Desplazamiento de la cámara r y j.....	101
Figura 65. Desplazamiento del dispositivo en los niveles.....	102
Figura 66. Amortiguamiento eficaz	104
Figura 67. Pasos para crear el disipador en el programa ETABS	107
Figura 68. Cálculos ingresados al programa ETABS en la dirección Y-Y.	108
Figura 69. Eje axial tipo link	108
Figura 70. Coordenadas de ejes de la estructura.....	109
Figura 71. Parámetros de los disipadores de fluido viscoso.....	109
Figura 72. Vista en plano de elevación	110
Figura 73. Modelamiento visto en 3D.....	110
Figura 74. Espectro Inelástico Vs. Espectro Reducido por C	113
Figura 75. Variación del tipo de carga no lineal al sismo de diseño.	113
Figura 76. Desplazamiento de la estructura con disipadores diagonales.	114
Figura 77. Curva histerética K3.....	121
Figura 78. Curva histerética K6.....	121
Figura 79. Curva histerética K10.....	122
Figura 80. Balance de energía del disipador de energía, Lima 1966.....	123
Figura 81. Balance de energía del disipador de energía, Ancash 1970.....	123
Figura 82. Balance de energía del disipador de energía, Lima 1974.....	124
Figura 83. Porcentaje de masa participativa en la dirección X	124
Figura 84. Porcentaje de masa participativa en la dirección Y	125
Figura 85. Periodos de la estructura con y sin disipadores.	126

Figura 86. Desplazamiento de la estructura con y sin disipadores, Lima 1966 E-W.....	127
Figura 87. Desplazamiento de la estructura con y sin disipadores, Lima 1966 N-S.....	128
Figura 88. Desplazamiento de la estructura con y sin disipadores, A. 1970 E-W.	128
Figura 89. Desplazamiento de la estructura con y sin disipadores, A. 1970 N-S.....	129
Figura 90. Desplazamiento de la estructura con y sin disipadores, L. 1974 N-S.	130

Resumen

El objetivo de este estudio es comparar dos estructuras, uno con el sistema dual y otro con disipadores de fluido viscoso, en el colegio llamado Virgen de Fátima en San Juan de Miraflores, Lima – Perú, en el cual se consideró como una Edificación esencial tipo “A”, ambos sistemas deberán de soportar las solicitaciones sísmicas.

La metodología de estudio empleada para la elaboración de esta tesis fue una investigación de tipo aplicada, de diseño no experimental, con un nivel descriptivo y un enfoque cuantitativo.

Se desarrolló un análisis estático con el fin de obtener las fuerzas laterales de la estructura y la cortante basal siguiendo los pasos de la Norma peruana E.030 Diseño Sismorresistente, con respecto al análisis dinámico se desarrolló un modal espectral y tiempo – historia, utilizando registros sísmicos, Lima 1966, Ancash 1970 y Lima 1974, con el fin de obtener los desplazamiento de los entresijos en la dirección X-X y Y-Y, de tal manera poder verificar la deriva máxima establecida por la Norma peruana.

Se procedió a definir la deriva objetivo según la Norma peruana, en el cual se considera 0.007 para concreto armado, el tipo de desempeño sísmico según HAZUS nos menciona que debemos de tener una deriva de 0.005, que se considera como un daño mínimo o leve en la estructura, por último, se obtuvo una deriva esperada para que los disipadores de fluido viscoso, tengan un rango de desplazamiento de 0.00527 que posteriormente es calculada.

Obteniendo estos parámetros podemos calcular el desplazamiento que se va tener para cada sistema y podemos definir los parámetros de los disipadores diagonales para su respectivo modelamiento. En el programa ETABS se define el coeficiente de amortiguamiento de $152.32 \text{ tonf} \cdot (\text{s/m})^{-1} C_{exp}$, la rigidez del brazo metálico 67213 tonf/m y el coeficiente de velocidad de 0.5 que nos brinda FEMA 273 - 274.

Palabras claves: sistema dual, disipadores, Edificación esencial, solicitaciones sísmicas, fuerzas laterales, cortante basal, deriva máxima, deriva objetivo, deriva esperada, desplazamiento.

Abstract

The objective of this study is to compare two structures, one with the dual system and one with viscous fluid heatsinks, in the school called Virgen de Fatima in San Juan de Miraflores, Lima – Peru, in which it was considered as an essential building type "A", both systems must withstand seismic requests.

The study methodology used for the elaboration of this thesis was applied type research, of non-experimental design, with a descriptive level and a quantitative approach.

A static analysis was developed in order to obtain the lateral forces of the structure and the basal shear following in the footsteps of Peruvian Standard E.030 Sismoresistente Design, with regard to dynamic analysis a spectral modal and time-history was developed, using seismic records, Lima 1966, Ancash 1970 and Lima 1974, in order to obtain the displacement of the enterprises in the direction X-X and Y-Y, in order to verify the maximum drift established by the Peruvian Standard.

The objective drift was defined according to the Peruvian Standard, in which 0.007 is considered for armed concrete, the type of seismic performance according to HAZUS mentions that we must have a drift of 0.005, which is considered as minimal or slight damage to the structure, finally, an expected drift was obtained so that viscous fluid heatsinks, have a displacement range of 0.00527 which is subsequently calculated.

By obtaining these parameters we can calculate the displacement to be had for each system and we can define the parameters of the diagonal trusses for their respective modeling. The ETABS program defines the damping coefficient of $152.32 \text{ tonf}^*(\text{s}/\text{m})$ C_{exp} , the rigidity of the metal arm $67213 \text{ tonf}/\text{m}$ and the speed coefficient of 0.5 provided by FEMA 273 - 274.

Keywords: dual system, heatsinks, Essential building, seismic requests, lateral forces, basal shear, maximum drift, target drift, expected drift, displacement.

I. INTRODUCCIÓN

Para las primeras construcciones antiguas, sus estructuras fueron diseñadas con algunos errores usando solamente reglas empíricas basadas en experiencia. Para cada proyecto arquitectónico sus desarrollos estuvieron limitados por condiciones técnicas, económicas y constructivas, pero algunas de estas obras se han considerado como grandes monumentos arquitectónicos como las pirámides egipcias, el coliseo, templos griegos y catedrales góticas.

A nivel mundial los países como Estados Unidos, Japón y Rusia, se han centrado en tener buenas edificaciones, pero enfrentando consigo los movimientos sísmicos causados por las placas tectónicas. Estas potencias tratan de afrontar este peligro inminente, debido a ello se han propuestos principios de diseño sísmicos para el aseguramiento de cada construcción. Estas propuestas, son desarrolladas para el sector constructivo, se definen los niveles de severidad y criterios para su comportamiento ideal. Una de estas soluciones que dieron para afrontar los sismos frecuentes es que la edificación cuente con una resistencia adecuada o superior a las demandas establecidas y para sismos raros es necesario que la estructura pueda desplazarse sin que ocasione severos daños. El país que ha tolerado mayores intensidades sísmicas es Japón, debido a que se localiza en una zona de mayor sismicidad, por consecuencia grandes construcciones, monumentos históricos, se han colapsado o destruidos por la intensidad del sismo. En el año 2011, se presentó un terremoto en la costa noreste, tuvo como epicentro el mar, con una magnitud de 9.0 grados en la escala de Richter, esto generó que se formara un tsunami y ocasionara graves derrumbes en las zonas costeras. Los edificios construidos de concreto armado fueron destruidos, sufrieron daños masivos. Estas construcciones que colapsaron fueron construidas hace varias décadas, usando normas de diseño que no incluyen un análisis de flujo generado. Hoy en día, estas estructuras ya vienen diseñados para aguantar una magnitud severa, se consideran como un adelanto sostenible que complace las necesidades para la población, debido a que hay métodos y técnicas de diseño que pueden aplicarse en el proyecto.

A nivel nacional el Perú se localiza en el “anillo de fuego del pacifico”, formando parte de países perjudicados ante un evento sísmico muy fuerte, el 15 de agosto

del 2007 el distrito de Ica, en la localidad de Pisco ocurrió un terremoto que se percibió también en Lima y Huancavelica, con un desplazamiento telúrico de 7.9 grados, el epicentro se localizó en Chíncha a 50 kilómetros. Por otro lado, San Bartolomé (2007) menciona que en “Lima se clasificó como un sismo leve, y en Ica como un sismo moderado, teniendo errores en edificaciones de albañilería principalmente en las construcciones informales, generando destrucción debido a la disminución de la resistencia del suelo, cimentaciones no aptas, mala calidad de los materiales, métodos constructivos inapropiados, y errores al momento del diseño arquitectónico” (p. 2).

A nivel local, la Institución Educativa Virgen de Fátima N° 6046, desde el año 2005 presentó riesgos físicos de las aulas por el mal estado, se optó por demoler los pabellones para dar una mejor resistencia ante los posibles sismos que se puedan presentar con el tiempo, evitar peligros y riesgos a los profesores y alumnos que atenten con la integridad física. Se encontró fisuras y grietas en las aulas, se construyó en 1993 antes que se aprobara la Norma Sismorresistente E.030 y fue construido por los propios padres de familia quienes no siguieron una norma constructiva. La necesidad de investigar este problema en el Colegio Virgen de Fátima, el edificio tiene que ser permanente para afrontar las emergencias producidas por el sismo, sirva como protección y seguridad para los estudiantes, se encuentra en la categoría “A”, siendo un edificio muy importante para el gobierno peruano, denominado “edificaciones esenciales” por el reglamento nacional de edificaciones.

Para la problemática según Baena (2017) nos da entender que “el planteamiento del problema es de limitar los aspectos fundamentales con el fin de alcanzar un estudio concreto más adecuado, para la descripción, comprensión de los objetivos y procedimientos del estudio” (p. 55). Estos mecanismos se realizarán por preguntas y lecturas, la formulación del problema general se planteó de la siguiente manera: ¿Cómo es el análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020?

La formulación de los problemas específicos se propone de la siguiente manera:
¿Cuál es el resultado del análisis estático de una estructura dual, San Juan de Miraflores - 2020?

¿Cuál es el resultado del análisis dinámico de una estructura dual y otra con disipadores de fluido viscoso San Juan de Miraflores - 2020?

¿Cómo es el comportamiento sísmico de la estructura dual y de la otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020?

La justificación Según Hernández, Fernández y Baptista (2013) nos dice que “actúa de una manera diversa, ayuda a determinar o formular la teoría, práctica y metodología que tenga la investigación. Debido a ello se tendrá un mayor conocimiento por las diversas variables que se esperan obtener como resultado, de esta forma el propósito del estudio genera un debate, se propone estrategias de soluciones y se realiza nuevos conocimientos confiables” (p. 40). Por lo mencionado, el presente trabajo se justificará por los posibles riesgos sísmicos que puedan presentarse en la Institución Educativa Virgen de Fátima. Este colegio ha presentado graves fisuras y desgastes, debido a ello se optó por demoler y reconstruir con los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones. Para esta justificación del trabajo se tendrá en cuenta la base teórica, referente a la comparación del análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, el cual busca desarrollar la controversia de las variables que se desenvuelven e implican por un mejor desempeño a la estructura con respecto al sismo. La justificación práctica, busca implementar dos tipos de sistemas, el disipador de fluido viscoso y la estructura dual. Esto se hace con el fin de reducir y evitar colapsos. Se busca comprender cuál de estos dos sistemas tiene un mejor comportamiento y una resistencia adecuada antes durante y después de un sismo. Para la justificación metodológica, siendo el método científico, se busca obtener nuevas competencias que permitan el desarrollo del proyecto. Esta investigación es descriptiva, teniendo en cuenta el planteamiento cuantitativo, donde se cumplirá y se necesitará de ambos sistemas propuestos.

Para Cohen y Gómez (2019) nos dice que “los objetivos son formulaciones que manifiestan acciones requeridas para la averiguación e información al problema,

debido a que se involucra en conceptos teóricos. Este desarrollo sugiere acciones que son requeridas, que implica métodos y técnicas” (p. 241). Se planteó ideas para el objetivo general, que involucra: Efectuar el análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores – 2020.

Para el desarrollo de los objetivos específicos, se detalló los procesos indispensables: Realizar el análisis estático de una estructura dual, San Juan de Miraflores – 2020.

Realizar el análisis dinámico de una estructura dual y otra con disipadores de fluido viscoso San Juan de Miraflores – 2020.

Comparar el comportamiento sísmico de la estructura dual y de la otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020.

Según Cohen y Gómez (2019) nos dice que la hipótesis es una “afirmación que guía las expectativas del investigador, debido a un sistema de ideas que dan respuestas a la pregunta del problema y contribuye a unir la teoría con el campo empírico” (p. 246). Se planteó la hipótesis general y por consiguiente se respondió que: La estructura con disipadores de fluido viscoso tiene un mejor comportamiento sísmico que la estructura dual.

Se tuvo que realizar las hipótesis específicas, por lo cual se respondió de que: La estructura con el sistema dual, se determina la cortante en la base, para obtener las fuerzas estáticas en cada piso y posteriormente seguir con el análisis.

El resultado que se obtuvo para el análisis dinámico, de una estructura dual y otra con disipadores de fluido viscoso varía de manera significativa.

La estructura dual tendrá mejor comportamiento sísmico y mejor rigidez que el otro sistema con disipadores de fluido viscoso.

II. MARCO TEÓRICO

Se centrará en resolver y defender con autores nacionales como: Saldaña (2018) en su tesis titulada *“Propuesta de reforzamiento de la estructura del pabellón de emergencia con disipadores de fluido viscoso del hospital Sergio Bernales, comas-2017”* con el fin de obtener el título profesional de Ingeniería Civil, su objetivo de esta tesis es mejorar la estructura utilizando disipadores diagonales en los pórticos y hacer un análisis dinámico con registros sísmicos en un programa computacional, para determinar cómo se comporta la estructura ante estos sismos, para no generar pérdidas humanas y ayudar a ingenieros practicantes que están especializándose en el mundo de la construcción y que empleen esta tecnología que son los disipadores de fluido viscoso. Metodología, realizó un diseño de investigación no experimental, tipo de investigación aplicada es cuantitativo, nivel descriptivo. Con respecto a la población son todos los pabellones del hospital, la muestra es solo el pabellón de emergencia, muestreo es no probabilístico, se utilizó instrumentos como el Reglamento Nacional de Edificaciones, Software ETABS 2016, SeismoMatch, etc. Resultados, se obtuvo un amortiguamiento efectivo del 44.913 y un amortiguamiento viscoso del 39.913, para el daño de la estructura inelástica se redujo la energía con la ayuda de los disipadores de fluido viscoso a un 79.30%, el cual redujo el daño a la estructura, con respecto a las derivas sin amortiguadores se tuvo 0.0116 y para el caso con los disipadores 0.00427.

Corpus y Morales (2015) en su tesis titulada *“Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de Víctor Larco Herrera aplicando etabs 2013”* con el fin de obtener el título profesional de Ingeniería Civil, con respecto a esta investigación el objetivo identificar cuál de estos sistemas que son los muros estructurales y disipadores de F.V son más favorable ante una excitación sísmica, con el análisis estático y dinámico para saber el comportamiento sísmico y hallar desplazamientos y fuerzas máximas. La metodología es definir un análisis y diseño con la implementación de disipadores de fluido viscoso. La muestra son oficinas, los instrumentos son RNE, E.030 y ETABS 2013. Obteniendo el resultado del desplazamiento de la masa en la dirección Y-Y con el sistema dual y DFV es de 77.3 mm comparan con el sistema de muros estructurales que es de 53.5 mm.

Con ambos sistemas se disminuyó las derivas en muros estructurales en la dirección Y-Y de 2.80% y para el sistema dual con DFV en la dirección Y-Y es de 3.99%, como conclusión que estos sistemas lograron reducir las derivas de entrepiso con la norma peruana y los disipadores tienen menor costo.

En la tesis de Domínguez y Peña (2019) titulado *“Análisis sísmico comparativo por efecto de piso blando entre los sistemas aporticado y dual de una edificación”* con motivo para optar el título de ingeniera civil de la Universidad Cesar Vallejo en el año 2019. Según estos autores, nos dan entender que esta investigación tuvo como objetivo determinar el comportamiento sísmico, para una edificación de 6 niveles. El método que se empleó para esta investigación fue descriptivo comparativo, Se utilizó el modelamiento matemático y el programa ETABS con el fin de modelarlo y obtener los respectivos resultados para cada sistema. Los resultados obtenidos para el sistema aporticado presentaron irregularidades torsionales, en cuanto al análisis estático no cumplió con los parámetros mínimos, pero para la estructura dual, presentó un sistema regular que cumple con los parámetros y criterios establecidos en la norma E.030, debido a este resultado se considera que para el mejor comportamiento estructural es el sistema dual ante los efectos del piso blando.

En la tesis de Laurencio (2018) titulada *“Método práctico para el dimensionamiento de disipadores viscosos en estructuras sometidas a acciones sísmicas”* con motivo para obtener el grado académico de maestro en ciencias con mención en ingeniería estructural en la Universidad Nacional de Ingeniería en el año 2018. Con respecto a esta investigación nos hace comprender que el objetivo de esta investigación es de definir el procedimiento sencillo para la colocación del disipador viscoso en el edificio de oficinas, mejorando consigo el comportamiento sismorresistente. Para este análisis se revisaron varias propuestas, una de ellas en particular fue de Silvestri, Gasparini y Trombetti. Este estudio se compuso de etapas, una de ellas fue la etapa numérica, por lo cual se analizaron el comportamiento de los modelos frente a movimientos sísmicos, los instrumentos que se utilizaron fueron la norma E.030, Etabs y ASCE 7-10, luego se examinó las estructuras y finalmente se realizó un estudio sometido y proveniente a sismos reales, como resultado el método propuesto por Silvestri et al, reduce en un

intervalo de <25%, 30%>, la propuesta que obtuvo fue de <51%,52%>, debido a que varían la rigidez y masa de cada nivel.

Rojas (2019) tesis *“Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2019”*, para obtener el título profesional de Ingeniería Civil, el objetivo es diseñar un edificio de cinco pisos en el distrito de los Olivos y evaluar su comportamiento estructural ante las cargas laterales, e implementar un dispositivo viscoso para que amortigüe mejor ante un posible sismo, la metodología que utilizo es un diseño no experimental, no requiere de cambiar las variables, es cuantitativo, tipo aplicada y nivel explicativo. La muestra es un edificio de una urbanización, los instrumentos utilizados es el programa ETABS y el RNE E.030. El resultado del desplazamiento máximo para los DFV con respuesta sísmica en la dirección X-X se logró reducir un 55.80% y en el eje Y-Y un 58.78%, para las derivas se obtuvo en la dirección X-X un 6.44% y en el eje Y-Y un 53.69%, cumpliendo con la distorsión de 0.007. Conclusión al realizar el análisis dinámico tiempo historia, los disipadores disminuyeron los desplazamientos en las dos direcciones.

Para el marco internacional tenemos a: Leuro y Quekano (2017) en su tesis titulada *“Comportamiento estructural de un edificio en concreto reforzado bajo un sistema estructural dual, con disposición de muros en ejes donde no comprometen la arquitectura”* con el fin de obtener el título profesional de Ingeniería Civil, su objetivo para esta investigación partió de un análisis sísmico de dos sistemas estructurales, el a porticado y el dual para determinar las fuerzas y deformaciones producidas por el sismo, saber de qué manera se puede mejorar la rigidez de la estructura, el método que empleó fue diseñar tres modelos matemáticos para su análisis, saber en qué zona sísmica se encuentra la estructura. La muestra es un edificio ubicado en la ciudad de Bogotá Colombia, los instrumentos son la Norma Sismo Resistente NSR 10 y ETABS. Obteniendo como conclusión que las derivas de entrepiso cumplen con la NSR 10 y los muros estructurales son más favorables para resistir un evento sísmico.

Maruri (2015) en su tesis titulada *“Modelo estructural a escala utilizando amortiguadores viscosos como sistemas de disipación pasiva de energía”* con el fin

de obtener el título profesional de Ingeniería Civil, el objetivo es diseñar una estructura a escala que contenga disipadores de fluido viscoso y someterlo a una excitación sísmica, para verificar su comportamiento se utilizó jeringas que funcionan como amortiguador y el aire representa al fluido que contiene el disipador, por otro lado, se modeló la misma estructura a un programa computacional para determinar las aceleraciones con o sin disipadores, la metodología del trabajo es un estudio teórico experimental por implementar un modelo a escala y ser evaluado en un programa. La muestra es un sistema estructural aporticado de tres niveles, los instrumentos utilizados son SAP2000, acelerómetro y sensor de interface. Como conclusión se obtuvo que al momento de analizar y comparar estos dos experimentos el modelo estructural genera algunos errores y es más conveniente utilizar un programa computacional.

En la tesis de Azuncion (2016) titulada *“Análisis comparativo de un pórtico convencional con y sin disipadores de fluido viscoso modelado en sap2000”* con motivo para optar la obtención del título de ingeniero civil en el año 2016 en la Universidad de Guayaquil - Ecuador. Nos da entender que como objetivo principal es ver la capacidad del comportamiento estructural, para una edificación de 10 niveles con disipadores no lineales que están sometidos a un espectro de respuesta. Este análisis es necesario debido a que el país de Ecuador se encuentra en una zona de eventos sísmicos, por lo cual se opta en reforzar la estructura con elementos adicionales para soportar los movimientos producidos por las placas tectónicas. El trabajo se enfoca en los disipadores de fluido viscoso, donde se realizó un análisis estructural con el programa SAP2000, como resultado obtiene una reducción de derivas de entre piso, con el sistema de pórtico con disipadores, agregándole al software dos registros sísmicos, que concuerdan con la norma NEC - 15.

En la tesis Sánchez (2019) titulado *“Análisis sísmico comparativo de un edificio de seis niveles utilizando muros de corte versus disipador de energía tipo tadas”* con motivo para optar la titulación, previo a la obtención del título de ingeniero civil en el año 2019 en la universidad Estatal del Sur de Manabí facultad de Ciencias Técnicas en la ciudad de Jipijapa - Manabí – Ecuador. Nos da entender que el objetivo de este estudio es realizar una investigación para comparar dos tipos de

sistemas estructurales, consigo se añadirá el análisis sísmico bajo un rango lineal estático y dinámico modal espectral, se tomará en cuenta la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC – 15) y más normativas que impliquen al estudio. Con estos parámetros se verificará las características que ofrecen los muros de corte y los disipadores de energía tipo TADAS, es un edificio destinado a uso unifamiliar en la provincia de Manabí, se concluyó que la edificación con el sistema dual genera una cortante en la base de 197.41 Tn y con los disipadores tipo TADAS tiene un resultado menor de 190.14 Tn, porque el sistema dual es más pesado para la edificación por ello da un resultado mayor, La deriva máxima con el sistema dual le sale un resultado de 0.00089 que corresponde con la máxima permitida según la norma y con los disipadores le sale una deriva de 0.00379 con lo cual es el 52.8% de la máxima deriva admitida.

En su tesis de Aguilar y Arias (2019) titulada *“Propuesta de reforzamiento de un edificio afectado en el sismo del 16 de abril de 2016 ubicado en la ciudad de Portoviejo utilizando disipadores de energía de fluido viscoso”*, con motivo de obtener el grado de Ingeniería Civil en el año 2019, en la Escuela Politécnica Nacional, en la ciudad de Quito - Ecuador. El objetivo de este proyecto es de reforzar la edificación, considerando las técnicas apropiadas que recomienda la norma, los instrumentos que se utilizaron fueron NEC15 (2014), ASCE7 (2015) Y Etabs. El edificio de la Pontificia Universidad Católica fue la muestra para la evaluación respectiva con los DFV, por lo cual se realizaron los respectivos análisis agregando sismos ya registrados para la evaluación de su estructura. Con respecto a los resultados se obtuvo una reducción de derivas al 56%, aceleración al 41%, los disipadores tuvieron una absorción de energía de 81.77% aumentando considerablemente el amortiguamiento de la edificación con un 15%. Esta investigación incluye un cambio por parte de la empresa CDV, así como los planos a detalle.

K. Rama Raju, M. Ansu and Nagesh R. Iyernos (2018). He talk to us about *“A methodology of design for seismic performance enhancement of buildings using viscous fluid dampers”* Artículo de investigación. Esta investigación propone una metodología para mejorar el comportamiento sísmico de edificios mediante el uso de VFD lineales. Se basa en la importancia de ubicar las puertas en puntos

estratégicos donde intervienen, velocidades máximas y desviaciones. El análisis se proporciona para llegar a una distribución eficiente de VFD en el edificio. El cizallamiento base máximo y las desviaciones entre los niveles del piso se determinarán a partir del historial de tiempo. Los análisis de la estructura son enviados a DBE se utilizan para cumplir con los criterios de rendimiento objetivo especificados por UBC 1997 para cizallamiento de base y derivas entre pisos. La metodología propuesta se utiliza para diseñar VFD lineales para aumentar la amortiguación efectiva con gato de tijera, palanca superior y mecanismos de chevron en un edificio de referencia de 20 pisos sujeto a DBE para determinar los criterios de rendimiento. Las historias de tiempo del componente NS de El Centro, el componente NS de Kobe, el componente NS de Northridge y el componente S - E de Taft escalado a un PGA de 0.2 g se consideran representantes de DBE para la ubicación, es decir, donde se encuentra el edificio emblemático de 20 pisos. Se observa que la ubicación óptima de las puertas con diferentes mecanismos en el edificio es la Planta Baja o las primeras Plantas de la Planta Baja. Entre los mecanismos utilizados se encuentra la pinza basculante para ser más eficiente en la distribución de VFD en edificios. El segundo mejor escenario para la disposición de los amortiguadores en un edificio es el mecanismo de gato de tijera. Se puede utilizar para encontrar la capacidad y distribución de los VFD instalados en diferentes mecanismos en edificios ubicados en cualquier lugar. Para esto, se requiere un conjunto de sismos, para prescribir un representante de DBE de la ubicación del edificio.

Balance energético sin disipador de energía

Para Chávez J. (2017) nos dice que, “para edificios convencionales sin disipadores de energía, se emplea la siguiente ecuación:

$$E = EC + EP + EI$$

Figura 01. Sistema sin disipación energía.

E = Energía entrada (sismo o viento).

EK = Energía cinética.

EP = Energía elástica de deformación.

EI = Energía inelástica, expresado como la deformación de la estructura.

Esta energía inelástica se incrementa, debido a que la estructura se encuentra en el rango no lineal, por lo cual toma un gran porcentaje de energía sísmica mostrando deformaciones y formación de rotulas plásticas” (p. 33).

Balance energético con disipador de energía

El principio de conservación de energía mecánica, se obtiene cuando la estructura sufre una excitación sísmica, el cual no debe de generar colapso en la edificación, debido a ello este principio de almacenamiento de energía debe ser perseverante a constantes cambios. “Un adecuado diseño nos permite tener una mejor resistencia ante la acción de un sismo severo, con respecto a la energía mecánica se puede decir que es la suma de toda la energía potencial y así se evitar el colapso prematuro” (Genatios y Lafuente, 2016, p. 38). Se obtiene la siguiente ecuación:

El principio de conservación de energía mecánica, se obtiene cuando la estructura sufre una excitación sísmica, el cual no debe de generar colapso en la edificación.

$$E_T = E_K + E_S + E_I + E_\xi$$

Figura 02. Sistema con disipador de energía.

ET = Energía total, de agente externo (sismo o viento).

EK = Energía cinética, por causa de la energía general del movimiento.

ES = Energía elástica de deformación.

EI = Energía inelástica, expresado como la deformación de la estructura.

Eξ = Energía de amortiguamiento, es el punto de la energía absorbida por los disipadores.

El objetivo de estas energías es de disipar la Ek o cambiando a una Eξ. Asumiendo que la energía es constante, se puede optimizar de dos formas: El primer método consiste en un sistema convencional, incrementando la rigidez y ductilidad, de la

energía inelástica. Con respecto al según método se coloca los dispositivos de reducción de energía, para incrementar el amortiguamiento interno (EI).

Se detalla el balance de energía en la **figura 03**, para una estructura convencional, el cual consiste en aumentar la resistencia y ductilidad de la estructura. Este diseño tiene cierto grado de daño, pero sin que llegue al colapso, debido a ello se puede interpretar el balance energético sin disipadores de energía.

Como se puede apreciar la energía de color verde es absorbida por la energía de amortiguamiento cuyo color es magenta, además se aprecia la energía cinética que es de color amarillo y potencial de color azul.

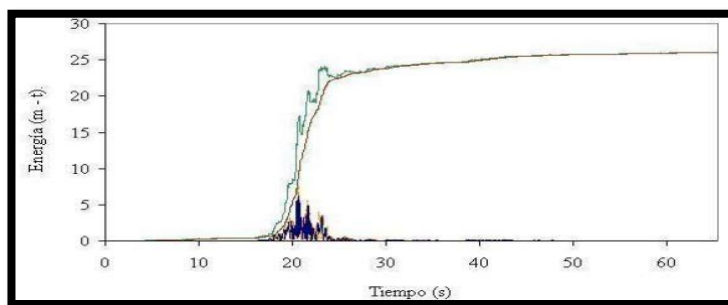


Figura 03. Partición de energía sin disipador.

Fuente: Villareal y Díaz La Rosa, 2016.

Con respecto a la **figura 04**, muestra la edificación con disipadores de energía, el cual trata de ubicar los dispositivos suplementarios, para aumentar el amortiguamiento, reducir la energía inelástica tales como columnas, placas y así evitar los posibles daños a la estructura.

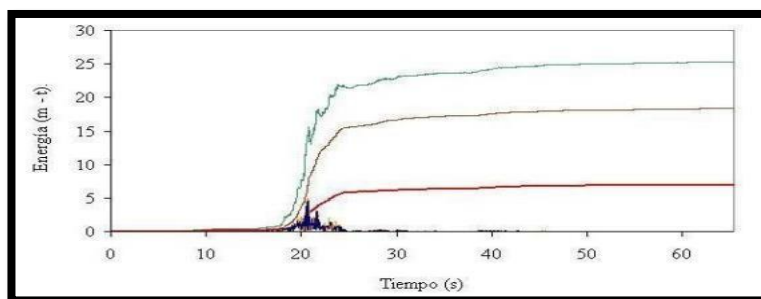


Figura 04. Partición de energía con disipador.

Fuente: Villareal y Díaz La Rosa, 2016.

La energía que ingresa representa el color verde, la energía que absorbe el material es de color mostaza, mientras que la energía de disipación es de color rojo, la energía cinética de color amarillo y energía potencial de color azul. Los sistemas de protección sísmica son empleados hoy en día, para reducir el daño a la estructura, estos sistemas tienen como objetivo reducir el desplazamiento de diferentes formas: La primera es por medio de dispositivos que disipen la energía de entrada, otro tipo de sistema son los mecanismos, que neutraliza la acción sísmica o por los dispositivos que altera las propiedades y respuestas dinámicas, con el fin de reducir la energía de entrada.

Sistema de protección sísmica

“Estas protecciones se dividen en cuatro grandes grupos y cada uno posee diferentes dispositivos: los sistemas pasivos, semiactivos, híbridos, y activos, cada sistema posee diferentes usos con respecto al resultado que se quiere obtener, para la estructura” (Villareal y Díaz La Rosa, 2016, p. 8).

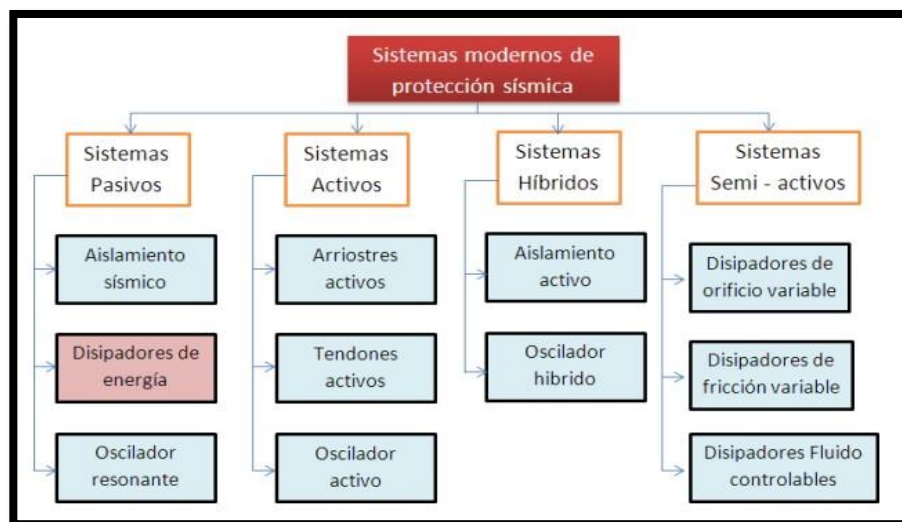


Figura 05. Distribución de los sistemas modernos de protección sísmica.

Fuente: Villareal y Díaz La Rosa, 2016.

Sistemas pasivos

“Estos sistemas son más efectivos debido a que disipan grandes cantidades de energía, no necesita de un ordenador, sensor o energía externa para que pueda ejecutar su funcionamiento” (Alvarez C, 2017, p. 34). Con respecto al

mantenimiento no es necesario, su gran ventaja es que actúa independientemente en función a la energía que entra y responde de forma inercial a la excitación sísmica. Captan las fuerzas sísmicas a través del comportamiento plástico de metales, la deformación de corte, la pérdida de energía por medio de orificios y así previene que el edificio reciba un impacto. Los principales sistemas pasivos encontramos, sistemas de aislamiento sísmico, disipador de energía, osciladores resonantes.

Sistemas activos

Con respecto a este tipo de sistema son complejos, debido al requerimiento de sensores con el fin de regular la respuesta del dispositivo. Se le coloca acelerómetro para medir la aceleración en los puntos estratégicos y para que ejecute el funcionamiento del mecanismo de control.

Para (Genatios y Lafuente, 2016) nos dice que, “estos sistemas son los amortiguadores de masa activa llamada Active Mass Damper (AMD) que se basa en la masa de edificio ubicada en el techo” (p. 44).

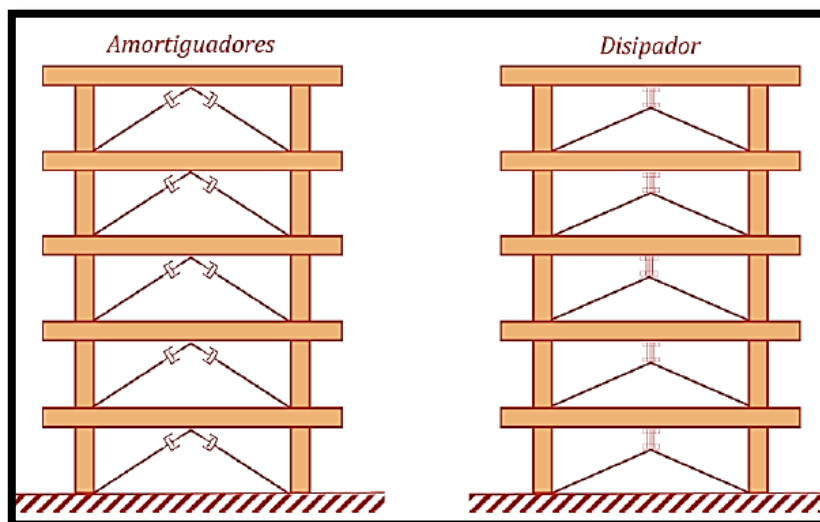


Figura 06. Sistemas pasivos de control de respuesta.

Fuente: Genatios y Lafuente, 2016.

Sistemas híbridos de protección sísmica

Estos sistemas son la combinación de los activos y pasivos, se hace con el fin de aumentar la confiabilidad y eficiencia de la edificación. “Los sistemas híbridos

presentan una disminución de energía en caso que falle los componentes activos” (Boza, Z y Galán, D, 2013, p. 7).

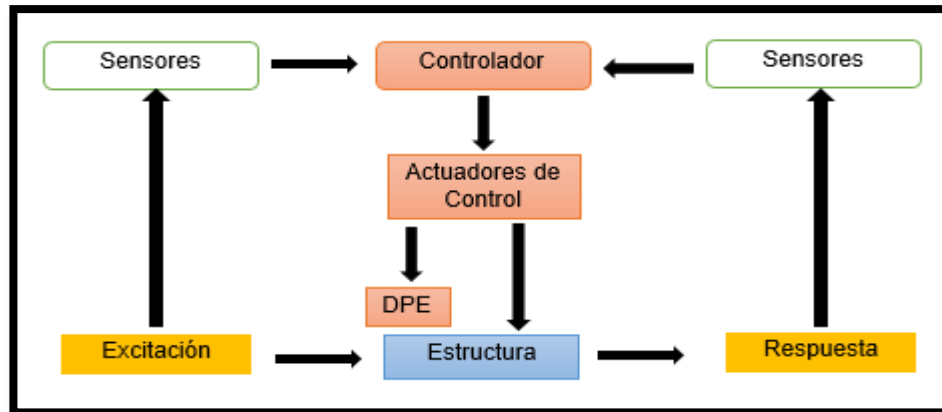


Figura 07. Estructura con sistema de control híbrido.

Sistemas semi - activos

Para estos tipos de sistemas su funcionamiento es parecido a los sistemas pasivos, pero con la diferencia que se obtiene a partir de dispositivos y estas se pueden caracterizar por su rigidez o amortiguamiento. Según (Boza, Z y Galán, D, 2013) nos menciona que “respecto a la incorporación de este sistema se basa especialmente por sus fluidos de viscosidad a partir de campos eléctricos” (p. 8).

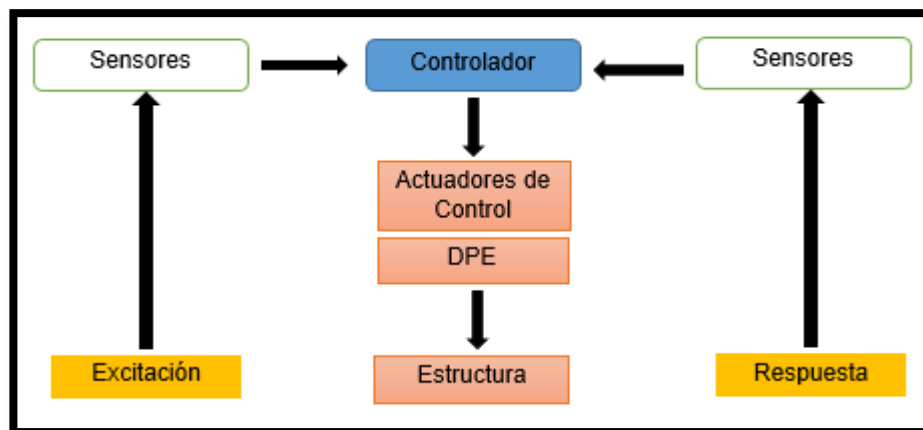


Figura 08. Estructura con sistema de control semi - activo.

La normativa ASCE 7-10 en su capítulo 18, señala tres categorías de dispositivos que dependen del desplazamiento, velocidad y ambos casos.

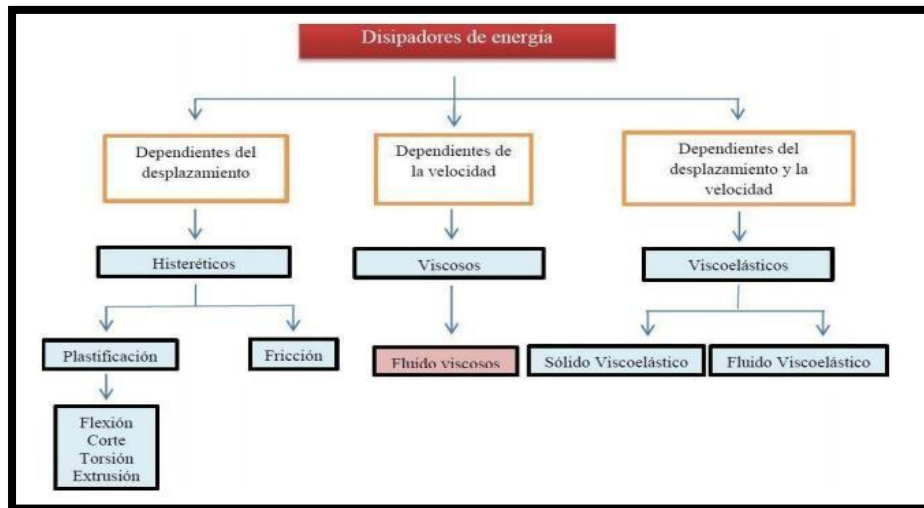


Figura 09. Clasificación de los disipadores de energía.

Fuente: Villareal y Díaz La Rosa, 2016.

Tipos de sistemas y dependencias de disipación de energía

Para los sistemas pasivos de disipación de energía se dividen en dispositivos que liberan energía y fijación. Los sistemas de disipación de energía se pueden dividir en dispositivos llamados, Histeréticos y Viscoelásticos.

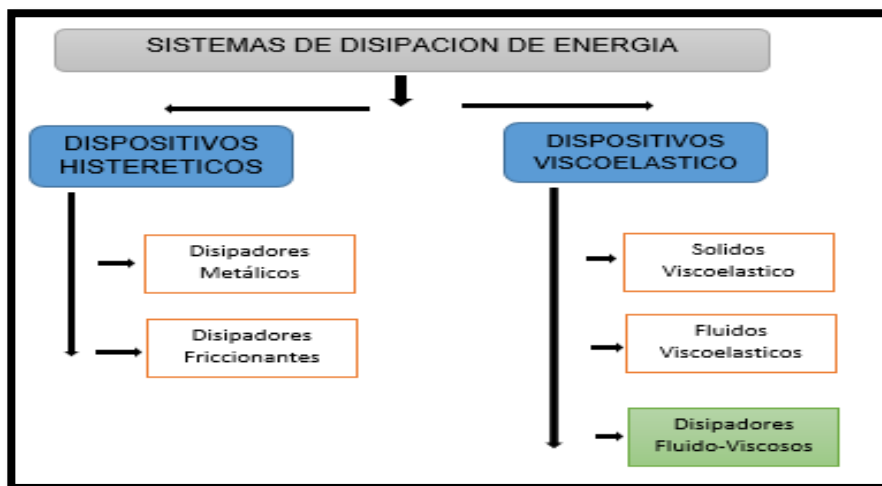


Figura 10. Clasificación de los sistemas de disipación de energía.

Disipadores de energía histeréticos

Son dispositivos que dependen del desplazamiento de la estructura, estos disipadores metálicos se basan en metales a partir de los esfuerzos de flexión,

corte o torsión. Tiene ventajas como desventajas de acuerdo al uso del acero ya que depende de la absorción del esfuerzo de tracción, entre sus virtudes está el fácil mecanizado, la soldabilidad y el bajo costo, los más usados está el dispositivo llamado (ADAS).

Estos dispositivos reaccionantes disipan la energía mediante el rozamiento que se presenta por el desplazamiento, su principal inconveniente radica en el coeficiente de fricción, el cual depende de la velocidad. La estructura se encuentra dentro del rango elástico no lineal.

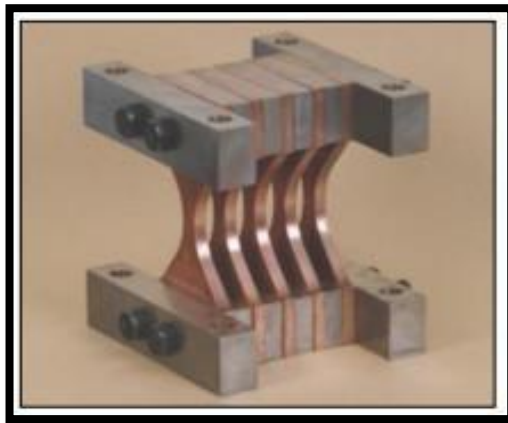


Figura 11. Dispositivo histerético metálico, tipo (ADAS).

Disipadores de energía Viscoelásticos

Este tipo de dispositivo depende de la velocidad relativa entre dos puntos de la estructura, se basa en incrementar el amortiguamiento, este sistema está formado por sólidos, chapas metálicas unidas por una capa de material acoplada a los arriostres que conecta el extremo del entrepiso.

El disipador viscoelástico sólido, disipa la energía por una serie de movimiento, depende de la velocidad y desplazamiento. Respecto a la relación histerética, estos dispositivos no cambian el periodo frecuentemente, por lo cual la modelación es más sencilla, pero si se requiere obtener un amortiguamiento requerido, se tendrá que poner una variedad de dispositivos.

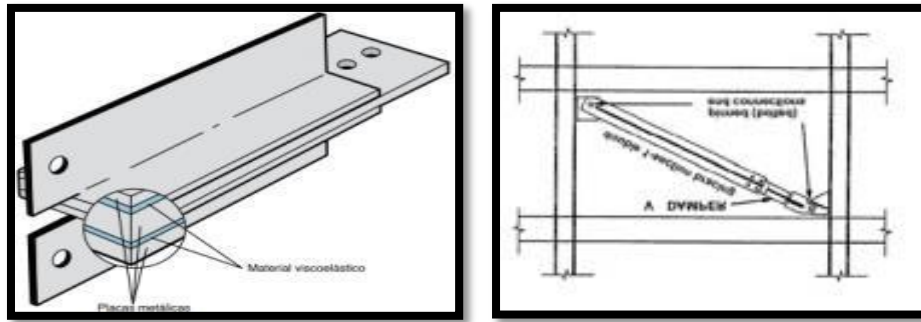


Figura 12. Dispositivo viscoelástico sólido.

Disipadores de fluido viscosos

Como se detalla en la **figura 13**, estos sistemas son incorporados a los pórticos, presentan una alta resistencia a la corrosión y al impacto. Este mecanismo está compuesto por un cilindro de alta resistencia de acero inoxidable, está compuesto por un pistón, respecto al cilindro contiene un fluido resistente al fuego el cual se divide en dos cámaras que genera una presión diferencial de amortiguamiento. El desplazamiento que sufre la estructura junto con el pistón, se transforma en energía de calor a una de contracción para compensar las variaciones de fluido, por último, este dispositivo almacena una tercera cámara llamada acumulación.

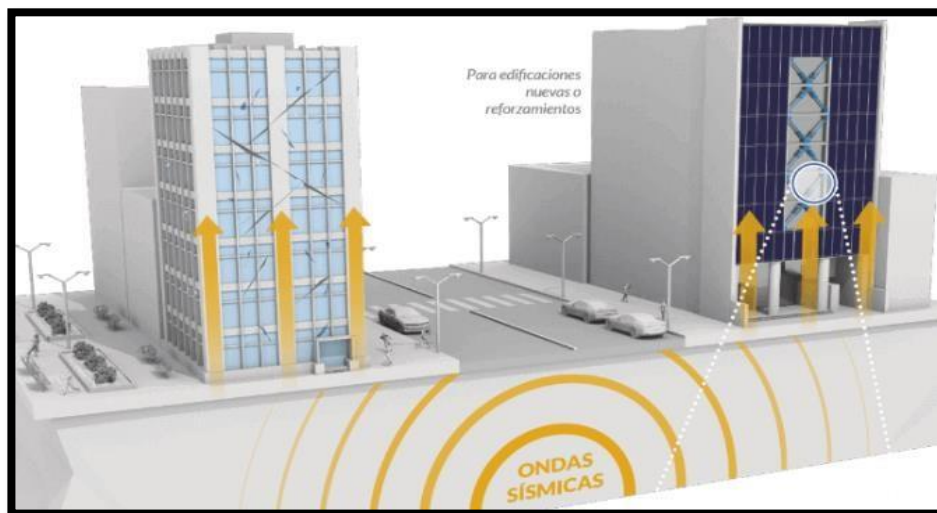


Figura 13. Disipadores de fluido viscoso.

Fuente: CDV, Ingeniería Antisísmica.

Ubicación y disposición del disipador de fluido viscoso

Con respecto a su ubicación, se tendrá en cuenta los procedimientos de interacción, se propone ubicarlos en zonas que tengan velocidades máximas y en los niveles de pisos que presenten mayor desplazamiento, para ello el arquitecto y el ingeniero estructural deben realizar trabajos a la par, debido a que se presentan varios arreglos. “El amortiguamiento que tiene este dispositivo, pasará por procesos interactivos que tendrá como respuesta un mejor reforzamiento, se tiene diferentes formas de colocación, pero los más usados son, Diagonales y Chevron” (Villareal y Díaz La Rosa, 2016, p. 18).

Esquema del disipador de fluido viscoso

“Sobre el esquema del disipador de fluido viscoso, está dividido como elemento pasivo de disipación de energía, debido a que necesita una excitación externa en este caso la velocidad, de esta forma se disipara la energía y se transformara en energía de calor, esta función se debe al intercambio del fluido con respecto a las cámaras” (Martínez, 2018, p. 64).

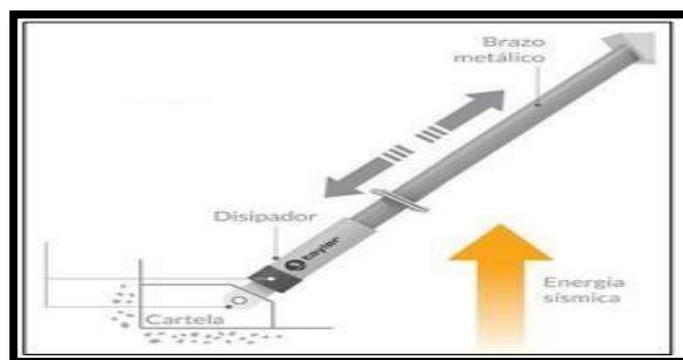


Figura 14. Comportamiento externo de un disipador de fluido viscoso.

Fuente: Navarro, 2017.

Con respecto a su disposición DFV se conseguirá a través de procesos interactivos, la Norma ASCE 7-10 en su capítulo 18 menciona alguna sugerencia que se deberán tener en cuenta para un edificio que contenga estos sistemas: No deben presentar irregularidades, debe emplear por lo mínimo dos dispositivos en cada nivel y se buscara una buena simetría para no generar una distorsión a la estructura.

Las formas diferentes de disposición para los disipadores son de dos maneras: El Chevron, que se instala en paralelo a la viga y en plano horizontal, consigo se logra tener un rendimiento del 100%, debido a ello se generan la absorción de la fuerzas que son producidos por los movimientos laterales producidos por el sismo, pero una de sus desventajas de este dispositivo es el sobre esfuerzo que se genera a la viga, para evitar este problema se utiliza un soporte agregado a través de anclajes y planchas.

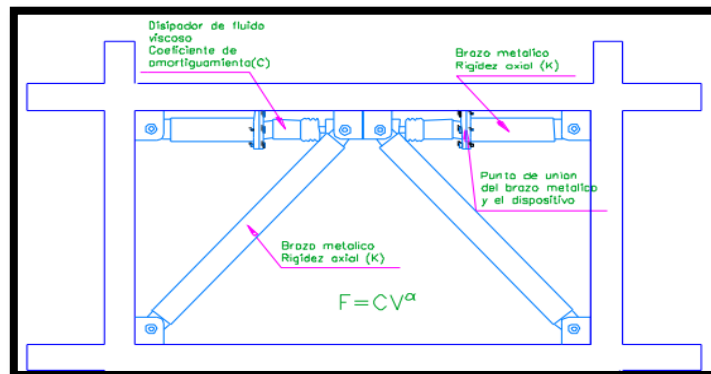


Figura 15. Disipador tipo Chevron.

Fuente: CDV, Ingeniería Antisísmica.

El disipador de tipo diagonal, se orienta al ángulo del pórtico y participa en la reducción de las fuerzas horizontales, debido a ello el dispositivo tiene una menor efectividad generando sobrecargas. Este DFV puede ser instalado para nuevas estructuras como para reforzarlas.

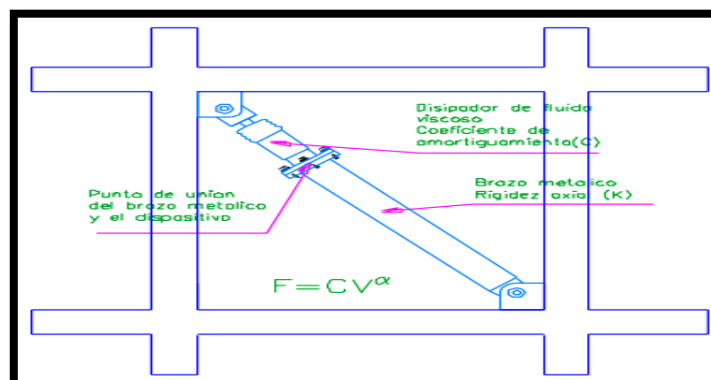


Figura 16. Disipador colocado en diagonal.

Fuente: CDV, Ingeniería Antisísmica.

Ecuación del disipador de fluido viscoso

Los desplazamientos son generados por los movimientos sísmicos, debido a ello se aplican fuerzas en cada nivel de la estructura, estos dispositivos pueden trabajar en compresión y tensión. Se plantea la siguiente fórmula. $F = C.V^\alpha$ Donde (F) representa la fuerza del dispositivo, la (C) simboliza el coeficiente de amortiguamiento, con respecto a la velocidad del amortiguador se simboliza con la (V) y el (α) que es el coeficiente entre un rango establecido de 0.4 y 0.6.

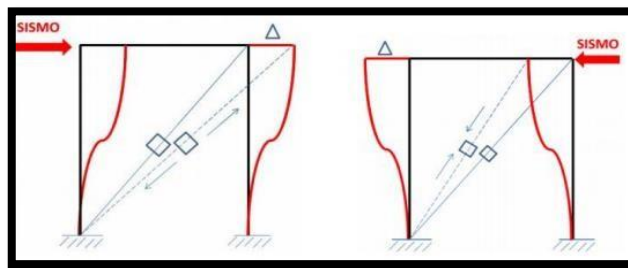


Figura 17. Desplazamientos de los disipadores durante un sismo.



Figura 18. Disipador de fluido viscoso.

Fuente: Taylor Devices, Inc.

Coefficiente de amortiguamiento

“El coeficiente de amortiguamiento está relacionado por las propiedades del dispositivo, su cálculo depende del tipo de disipador utilizado (lineal o no lineal), pero el más recomendado para los disipadores es el no lineal” (Alva y Castro, 2017, p. 20).

Amortiguamiento lineal

Valor estimado por el coeficiente de amortiguamiento (C), para dispositivos lineales, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$\beta_{visc.} = \frac{T \sum_j c_j \phi_{rj}^2 \cos^2 \theta_j}{4\pi \sum_i m_i \phi_i^2}$$

Figura 19. Fórmula para el amortiguamiento lineal.

β_{visc} : Amortiguamiento Viscoso Objetivo.

T: Período de la estructura.

ϕ_i : Modo de vibración del periodo fundamental.

ϕ_{rj} : Desplazamiento Relativo del modo de vibración fundamental.

θ_j : Ángulo de inclinación del disipador.

m_i : Masa de entrepiso.

Este tipo de formula se considera un (C) una constate, debido a ello tiene una eficiencia en los amortiguadores en los niveles de los pisos superiores.

Amortiguamiento no lineal

El amortiguamiento no lineal son los más usados, se puede obtener la siguiente formula a emplear con los valores de $\alpha \leq 1$ según los documentos americanos FEMA 273 y 274. Se obtiene la siguiente formula:

$$\beta_H = \frac{\sum_j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}{2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2} \longrightarrow \sum C_j = \frac{\beta_H \cdot 2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$$

Figura 20. Fórmula para el amortiguamiento efectivo equivalente.

β_H : Amortiguamiento viscoso de la estructura

λ : Parámetro lambda

C_j : Coeficiente de amortiguamiento del disipador j

ϕ_{rj} : Desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal

θ_j : Ángulo de inclinación del disipador j

A: Amplitud de desplazamiento del modo fundamental

ω : Frecuencia angular

m_i Masa del nivel i

ϕ_i : Desplazamiento del nivel i

FEMA 274, nos permite obtener ciertos parámetros lambda con el valor del exponente de la velocidad (α).

Coeficiente de velocidad α	Valores del parámetros lambda λ
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.1
1.25	3.0
1.50	2.9
1.75	2.8
2.00	2.7

Figura 21. Valores de parámetro lambda.

Rigidez del Brazo metálico

Esta rigidez se presenta en el brazo metálico del dispositivo en el cual conecta a la estructura y es causado por una rigidez axial cuyo valor se puede expresar de la siguiente manera:

$$K = \frac{EA}{L}$$

E: Coeficiente de Elasticidad del Acero

A: Área de la sección del brazo metálico

L: Longitud del brazo metálico

Es frecuente utilizar perfiles de HSS o de tipo PIPE por razones estéticas y que tiene una facilidad de instalación. Los especialistas Miyamoto recomienda que la interacción deba de tener un valor de 2000 kips/in en el cual es afinado.

Comportamiento del dissipador de fluido viscoso

“Sobre el comportamiento de un amortiguamiento se relaciona entre la fuerza que recibe y el desplazamiento producido por el sismo” (López, Retamales y Kannegiesser, 2010, p. 19).

Con respecto a la curva histórica, se puede decir que la estructura depende de la velocidad para liberar energía, teniendo en cuenta este detalle, se podrá observar que el pórtico llega a su máximo desplazamiento (t1) y (t3), debido a que en ese periodo de tiempo la velocidad es igual a cero. Con respecto al amortiguamiento se da cuando la velocidad es elevada, siempre y cuando la edificación este en equilibrio (t2), en otras palabras, el desplazamiento en la columna es igual a cero.

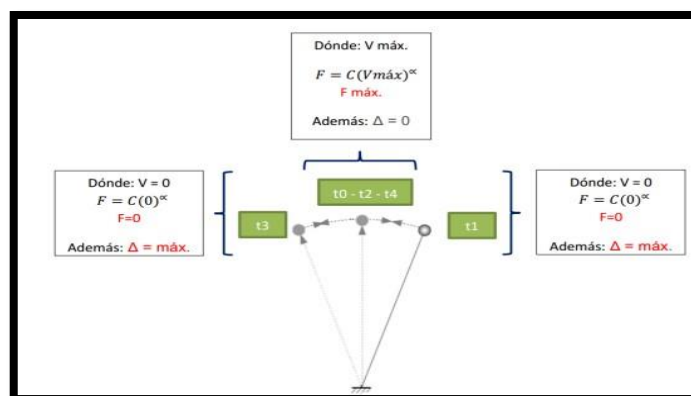


Figura 22. Comportamiento ante movimiento sísmico.

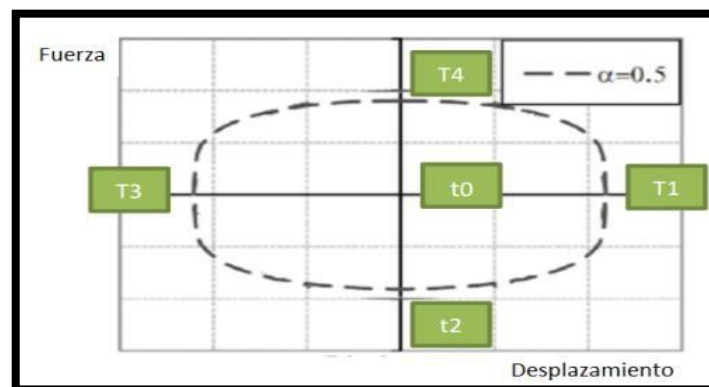


Figura 23. Curva histérica.

Existen tipos de sistemas estructurales que son muros portantes o de carga, combinados, apórticado y dual. Cada uno de ellos son diseñados para soportar cargas, en muros de carga está conformado por ladrillo y mortero generalmente soporta a la viga, “Mortero es la mezcla de cemento, agregado fino y agua” (Norma E.060, 2019, p. 468). En el combinado es la unión de un pórtico y muros de carga. Para Leuro y Quekano (2017), el “sistema apórticado esta compuestas por dos columnas y una viga para soportar la carga vertical que son la carga muerta y la viva” (p. 25).

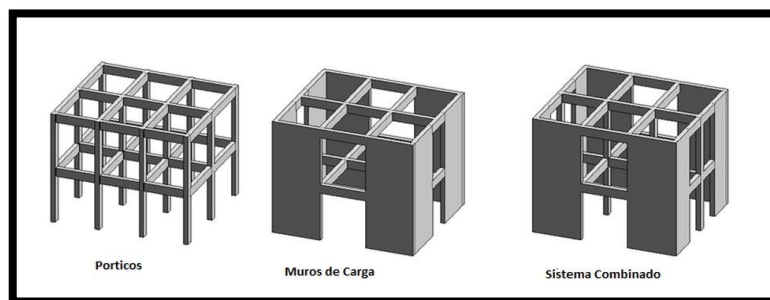


Figura 24. Sistemas estructurales más usados.

“El sistema dual es la unión del sistema apórticado y muro de corte o placa que están hecho de puro acero y concreto llamado concreto armado para hacer un elemento muy rígido, para que se comporte mejor ante el movimiento sísmico” (Domínguez y Peña, 2019, p. 7). “Muro corte o placa es una losa colocado en vertical, algunos autores lo denominan como una columna ancha o viga en voladizo empotrado en el cimiento, que sirve para resistir las cargas horizontales para eliminar la flexión en la edificación evitando que se deforme, en cambio los pórticos tienen menor soporte con las cargas horizontales” (Sánchez, 2019, p. 10). Las cargas horizontales son producidas por el viento, sismo, empuje del terreno (sótano), etc., y las cargas verticales es el peso permanente y temporal de una edificación. “La carga muerta es el peso permanente que son los materiales, tabiquería y otros elementos que contenga una edificación y la viva es el peso temporal que son las personas, equipos, muebles, elementos móviles que no se encuentran en un punto fijo por siempre” (Norma E.020, 2019, p. 376).

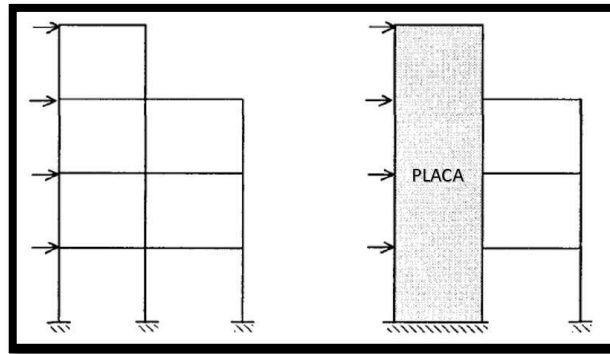


Figura 25. Elevación de dos Pórticos Planos.

Fuente: San Bartolomé, 1998.

“El análisis estructural utiliza los valores de las cargas, para el código ACI las cargas son: viva, muerta, sismo y empuje del suelo, las cargas nos ayudarán a hallar esfuerzos y deflexiones en la estructura” (Kassimali, 2010, p. 6). “La utilización de programas es lo más recomendado en estos momentos, los edificios modelados en computadora deben tener un buen comportamiento ante los sismos” (San Bartolomé, 1998, p. 8), los elementos finitos son varios puntos que se encuentran en espacios de segunda dimensión o tercera dimensión, estos puntos están representados en coordenadas que nos ayudarán a modelar y hallar velocidades, aceleraciones, etc., producido por una fuerza mecánica que varía en el tiempo como un sismo. En la norma peruana se indican procedimientos que hay que seguir, que son modelo, peso de la edificación y análisis sísmico. Para el modelo, el comportamiento dinámico necesita una distribución espacial de rigidez y masa para el edificio, para el peso (P) es la masa que va a intervenir en el sismo, se necesita el metrado de carga muerta y viva por piso, se suman ambos valores, pero antes a la viva se multiplica con un porcentaje que depende del uso del edificio, en nuestro estudio es una Institución Educativa, se toma el 50% de la carga viva por ser categoría “A”. “Para el análisis sísmico se hace con modelos que tengan comportamiento lineal y elástico, tiene dos procedimientos” (Norma E.030, 2019, p. 391).

Uno de ellos es el Análisis Estático, este método presenta que las ondas sísmicas generan cargas a la estructura, estas cargas se conducen al centro de masas de los pisos del edificio, el centro de masas es el punto de equilibrio donde se

concentra todo el peso de la losa también denominado masa de gravedad. La norma menciona reglas para estructuras regulares e irregulares, las regulares son edificios que resisten cargas horizontales o laterales y las irregulares son edificios que presenta discontinuidad en altura y en planta, por ser torsional, piso débil, tener esquinas entrantes, etc. El Perú esta dividido en zonas sísmicas, en la zona 1 sea regular o irregular es suficiente el análisis estático, en cambio para estructuras regulares en la zona 2, 3 y 4 dependerá de la altura, si es una estructura de concreto armado tiene que tener hasta 30 metros de altura, igual para albañilería confinada solo hasta 15 metros de altura se hará un análisis estático, si por ejemplo se pasa la altura establecida por la norma, por más que este ubicado en zona 1 es necesario el análisis dinámico para hallar el cortante, para ello se tiene que comprobar, si se trata de un regular, su cortante dinámico será mayor al 80% del cortante estático y si es irregular será el 90%, que pasa si no me cumple, la norma menciona que se tiene que escalar hasta cumplir, se escala la fuerza interna y no el desplazamiento lateral.

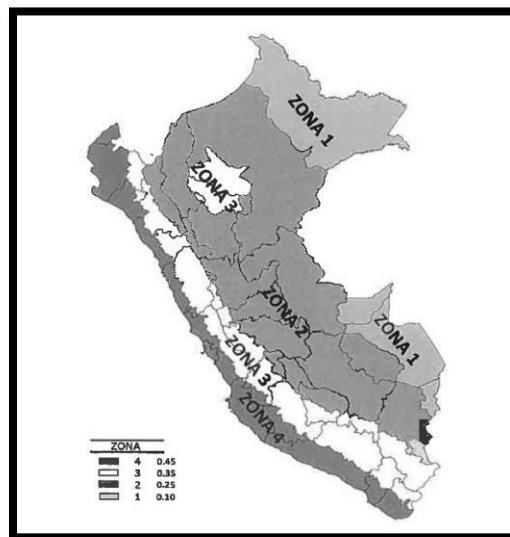


Figura 26. Zonas sísmicas.

Fuente: Diseño sismorresistente, E.030.

“La fuerza cortante basal o en la base (V), depende del factor de zona sísmica (Z), factor de categorías (U), factor de amplificación sísmica (C), factor de suelo (S), el peso (P) y coeficiente de reducción (R). Se debe comprobar que $C/R \geq 0,11$, se expresa de la siguiente manera: $V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P$, la fuerza cortante basal nos permitirá

avanzar con el objetivo de poner determinar la fuerza sísmica, denominado F_i , que depende del cortante basal y $\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$, expresada de la siguiente manera: F_i

$$\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k$$

= $\alpha_i \cdot V$, están mencionados en el artículo 28.3.1” (Norma E.030, 2019, p. 392).

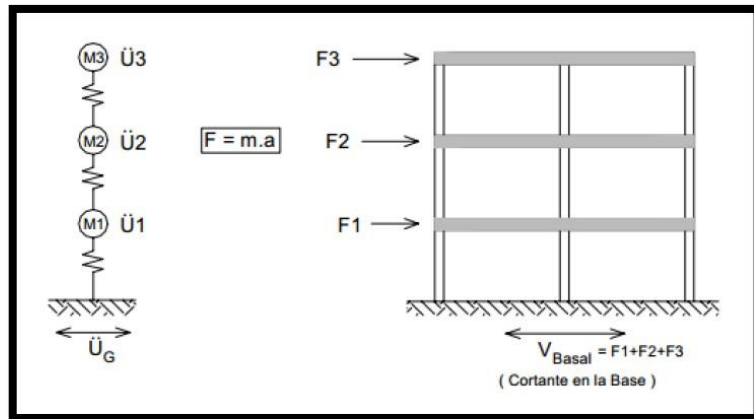


Figura 27. Fuerzas cortantes en cada entrepiso.

Fuente: Saldaña, 2017.

El otro procedimiento es el Análisis Dinámico, es más extenso que el estático, ya no depende de una fuerza aplicada al centro de masas, es otro tipo de análisis, se incluye un generador de movimiento que se llama las Masas, que son tres grados de libertad, masa en x, y, rotacional, el dinámico es la junta de dos análisis el modal y espectral, modal determina el periodo de vibración y números de modos que superen el 90% de la masa participativa, como mínimo tres modos, el espectral determina el desplazamiento lateral y fuerzas por sismo, estos son los procedimientos para el análisis según la norma peruana. “El análisis modal es la vibración libre de la estructura que no existe perturbación externa, como algunos autores lo denominan interacción entre la masa “M” y la rigidez “K”, para el análisis espectral es una vibración forzada que si va depender de una carga que produzca movimiento, se va a obtener a través de una plataforma o espectro de respuesta, para ello nos exige efectuar a través de aceleración espectral (S_a) de acuerdo a la norma: $S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g$, aceleración gravedad (g), factor amplificación sísmica (c), los demás indicadores están expresados en el Análisis Estático” (Norma E.030, 2019, p. 393). “Para realizar un Análisis Dinámico Tiempo - Historia, el procedimiento es determinar la deriva máxima en la estructura con o sin disipadores, utilizando

registros sísmicos que son los terremotos ocurridos en la historia del Perú que deben ser escalados a una aceleración máxima con un programa computacional, generalmente se utilizan solamente 3 registros sísmicos como mínimo según la norma peruana” (Corpus y Morales, 2015, p. 26). También tenemos la deriva objetivo que esta expresado por la norma peruana, la deriva objetivo tiene que ser igual a la deriva máxima en la estructura sin disipadores, concluyendo que menor sea el número de la deriva mejor resultamos tendremos. Para Chacón (2014, p. 27) menciona que “la utilización de amortiguadores de fluido viscoso busca obtener una deriva menor o igual al objetivo cuando es examinada por un registro sísmico colocado al software”. Para proyectar los disipadores de fluido viscoso antes se debe determina el factor de reducción de respuesta (B), es mediante la deriva máxima entre la deriva objetivo, expresado de la siguiente manera: $B = \frac{D_{max}}{D_{objetivo}}$.

Sismo de 1966 ocurrió, el 17 de octubre a las 16:41 horas en Lima Perú, es el sismo más fuerte que sufrió Lima, dejando una cantidad de cien muertos y daños materiales con un costo económico de mil millones de soles oro. Llego a destruir gran parte de Supre situada al Norte de Lima, la intensidad se estimó en el grado VIII MM y una duración mayor de sesenta segundos. (Silgado, 1978, p.97). 31 de mayo de 1970, un domingo por la tarde se produjo un sismo de grado VIII MM, en el departamento de Ancash y al sur de La Libertad, las edificaciones de concreto armado resistieron muy bien, pero las casas de adobe se cayeron por completo, pero una de las desgracias que dejo 50,000 fallecidos fue la avalancha que tapo toda una ciudad completa, llamado el pueblo de Yungay. (Silgado, 1978, p.102). Enero 3 año 1974 en la capital de Perú, horas de la mañana, se produjo un terremoto acompañado de pequeños temblores, dejando 78 fallecidos y pérdidas materiales de unos 2,700 millones de soles, sismo duro un minuto y medio extendiéndose a las ciudades de Mala, Chincha, Cañete y Pisco dejando 13 muertos. (Silgado, 1978, p.112).

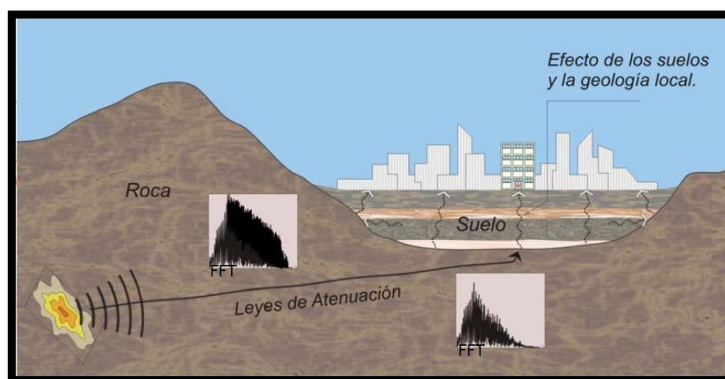


Figura 28. Durante un terremoto.

Desempeño y estado de daño según Visión 2000

El comité Visión (1955) describe el desempeño y diseño de la estructura, así como el comportamiento que tendrá cada nivel frente a una excitación sísmica. La Ingeniería basada en el desempeño se involucra en varios aspectos relacionados con el diseño, el cual se puede clasificar la cantidad de daño que puede tener un edificio afectado por un sismo, se determina 4 niveles:

Totalmente operacional: Este nivel no genera daños a la estructura, debido a ello la seguridad de las personas se encuentra salvaguardada, con respecto al servicio y contenido siguen siendo disponibles para su uso o disponibilidades. En conclusión, no se requiere reparaciones.

Operacional: Usualmente ocurren daños moderados que se pueden presentar en los elementos estructurales, estos se les conocen como un daño limitado debido a que es escaso y no compromete con la seguridad de la estructura, no obstante, se requerirá de algunos arreglos menores.

Seguridad: Se presentan daños intermedios como la degradación de la rigidez lateral, resistencia de la estructura, el cual genera que la edificación se aproxime al colapso y se llega a interrumpir los servicios. En conclusión, las instalaciones quedan fuera de servicio y la estructura requiere reparaciones importantes.

Pre-colapso: Es la degradación de la rigidez lateral y la capacidad que compromete la estabilidad de la estructura, la edificación es completamente peligrosa para los residentes, debido a ello las reparaciones no resultan factibles.

Tabla 01. Nivel de desempeño y índice de daño

<i>Estado de daño</i>	<i>Nivel de Desempeño</i>	<i>Características principales</i>
Despreciable	Totalmente Operacional	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Las instalaciones continúan prestando sus servicios y funciones después del sismo.
Ligero	Operacional	Daños ligeros. Las instalaciones esenciales continúan en servicio y las no esenciales pueden sufrir interrupciones de inmediata recuperación.
Moderado	Seguridad	Daños moderados. La estructura sufre daños pero permanece estable. Seguridad de ocupantes. Algunos elementos no estructurales pueden dañarse
Severo	Pre-Colapso	Daño estructural severo, en la proximidad del colapso estructural. Falla de elementos no estructurales. Seguridad de ocupantes comprometida.
Completo	Colapso	Colapso estructural

Fuente: SEAOC 1995, Comité VISION 2000.

Importancia de la edificación

La importancia de la estructura luego de que se haya presentado un sismo, el comité VISION 2000, recomienda dividir en tres grandes grupos con respecto al nivel de importancia:

Edificación esencial: Son estructuras que no son interrumpidas luego de pasar un sismo, esto se ve en hospitales, cuarteles de bomberos, etc.

Edificación de seguridad: Son las que contienen materiales peligroso y dañino para las personas, estas se encuentran en las plantas industriales y centrales nucleares.

Edificación común: Este grupo pertenece a las edificaciones que no se han incluido en edificaciones esenciales y de seguridad que son: viviendas, hoteles, oficinas, etc.

Matriz de desempeño

“Es la mezcla entre el desempeño deseado con el nivel de amenaza esperada que dependerá de la importancia de la edificación (SEAOC, 1955), el comité VISION

2000, propone una matriz en el cual se detalla el desempeño deseado y la demanda sísmica” (Albarracin y Gallo, 2010, p. 33).

Tabla 02. Matriz de nivel y desempeño

COMITÉ VISION 2000		Nivel de desempeño de la edificación			
		Totalmente Operacional	Operacional	Resguardo de vida	Cerca al colapso
Nivel de demanda sísmica	Sismos frecuentes (43 años)	3			
	Sismos ocasionales (72 años)	2	3		
	Sismos raros (475 años)	1	2	3	
	Sismos muy raros (970 años)	1	1	2	3

3	Edificaciones Comunes
2	Edificaciones Esenciales
1	Edificaciones de Seguridad Crítica

Fuente: SEAOC 1995, Comité VISION 2000.

Relación y factor que influye en la deriva de daño.

En los últimos años las estructuras han tenido grandes desplazamientos, en el nivel inelástico, provocando un gran daño a la estructura. Según SEAOC el nivel de daño que está asociado son: Leve, moderado, severo y completo.

Para HAZUS propone 4 códigos: el pre-código, el nivel bajo, nivel moderado y alto nivel, con respecto a la relación de derivas de daño se muestra en la siguiente tabla para cada nivel de piso.

Tabla 03. Derivas entre pisos según manual HAZUS

Derivas límites de entre piso para el estado de daño					
Tipo	Número de pisos	Leve	Moderado	severo	Completo
CIL	1 a 3	0.005	0.008	0.02	0.05
C1M	4 a7	0.0033	0.0053	0.0133	0.0333
CIL	De 8 a mas	0.0025	0.004	0.01	0.025

Fuente: Federal Emergency Management Agency (FEMA).

Para Boza y Galán (2013), la “siguiente tabla se especifica la descripción del daño de la estructura con respecto a su desplazamiento, para pisos de baja altura entre uno y tres niveles hechos de concreto armado” (p. 22).

Tabla 04. *Desempeño estructural y derivas objetivos tipo CM*

Daño estructural	Descripción	Deriva objetivo
Leve	Pueden observarse grietas de corte y de flexión cerca de la unión de algunas vigas y columnas.	0.005
Moderado	La mayoría de columnas y vigas presentan grietas. Algunos elementos como vigas han alcanzado la fluencia. Es evidente la presencia de largas grietas de flexión y en algunos lugares el concreto de recubrimiento se ha desprendido.	0.008
Extenso	Algunos pórticos han alcanzado su capacidad última evidente por la presencia de largas grietas de flexión, concreto desprendido y refuerzo principal y transversal deformado. Resulta en un colapso parcial.	0.02
completo	La estructura ha colapsado o está a punto de hacerlo debido a falla frágil, agotamiento de ductilidad o pérdida de la estabilidad del sistema.	0.05

Fuente: Federal Emergency Management Agency (FEMA).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada. Según Carrasco (2005, p. 43), menciona acerca de este tipo, “Cuenta con interés práctico inmediato bien aclarado, es decir, se investiga para planificar, ejecutar y resolver los cambios de un definido área de estudio”. Este tipo de investigación nos autoriza a determinar dificultades y perfeccionar las condiciones de vida, modificando dichos saberes en tecnología y en creaciones. Con la finalidad de estudiar el Colegio en base a normas y manuales sismorresistentes para después emplearlas a otros Colegios similares.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental. Según Hernández, Fernández y Baptista (2013, p. 149), la “investigación no experimental se realiza sin manipular deliberadamente las variables”, es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables dependientes. En nuestro caso las variables dependientes son: la Estructura dual y Estructura con disipadores de fluido viscoso, que están establecidos según normas, manuales y libros.

La presente investigación es de diseño no experimental transversal descriptivo comparativo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2013, p. 151), para el diseño transversal, menciona que “los datos obtenidos para nuestro estudio se realizan en un tiempo único establecido por la escuela”.

3.1.3. Nivel de investigación

“El estudio descriptivo tiene como meta investigar las modalidades, categorías o niveles de una o más variables de una población y así facilitar su explicación” (Hernández, Fernández y Baptista, 2013, p. 153).

Por lo puntualizado de dichos autores, la investigación es descriptivo comparativo, por describir en el marco teórico a las variables sus propiedades y funcionamientos de cada uno a través de la lectura, extraídas

de libros y tesis, y comparativo por efectuar un Análisis sísmico comparativo de dos estructuras.

3.1.4. Enfoque de investigación

“Los métodos cuantitativos representan secuencias esenciales para cada etapa, debido a que tratan de recolectar datos y así establecer las hipótesis con base a una medición, es necesario recurrir a los modelos o análisis estadísticos, para establecer pautas y probar teorías” (Hernández, Fernández y Baptista, 2013, p. 4).

Este enfoque se fundamenta en números para comprobar y analizar datos concretos basándose en la ciencia, que son las matemáticas y la estadística, con estas decisiones exactas podremos ayudar a la empresa constructora que está ejecutando esta obra pública, compartiéndole los datos obtenidos sobre el Análisis sísmico y la implementación de dispositivos de protección sísmica.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable independiente

VI (X): Análisis sísmico

3.2.2. Variables dependientes

VD (Y1): Estructura dual

VD (Y2): Estructura con disipadores de fluido viscoso

3.2.3. Definición conceptual

VI (X): “Se utiliza los procedimientos siguientes: El análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes (Artículo 28) y el análisis dinámico modal espectral y tiempo - historia (Artículo 29)” (Norma E.030, 2019, p. 392).

VD (Y1): "Esta estructura resiste combinaciones de fuerza cortante producida por un sismo, dada por la unión de un pórtico y una placa" (Norma E.060, 2019, p. 468).

VD (Y2): “Esta tecnología elimina la energía sísmica mediante un líquido viscoso, colocado a un sistema aporticado, generando una presión de

amortiguamiento para evitar la deformación de la estructura” (Villarreal y Díaz La Rosa, 2016, p. 9).

3.2.4. Definición operacional

VI (X): Ante lo expuesto, para este análisis se nos permite evaluar el comportamiento sísmico de la estructura, estas consideraciones se tomarán con respecto a la norma y al modelamiento.

VD (Y1): Este sistema nos permite tener una mayor rigidez, para soportar las cargas laterales, está hecho de concreto armado.

VD (Y2): El disipador reduce esfuerzos y deflexiones en la estructura, dependiendo de la velocidad y no del desplazamiento, la disposición del instrumento es en diagonal o en paralelo.

3.2.5. Indicadores

- Fuerza cortante basal
- Fuerza sísmica
- Análisis dinámico modal espectral
- Análisis dinámico Tiempo - Historia
- Cálculo del peso de la edificación
- Análisis sísmico
- Modelo viscoso Taylor
- Disposición
- Fuerza del disipador
- Amortiguamiento
- Curva histerética

3.2.6. Escala de medición

“**Escala nominal**, es el nivel de inicio de la medición, se utiliza para nombrar o diferenciar uno del otro. **Escala de razón**, está representado por el cero absoluto en la cual existe una distancia medible, esta escala es cuantitativa porque mide numéricamente las variables” (López y Fachelli, 2015, p. 18).

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2013), nos dice que “la población es un conjunto de entidades que participan y coinciden con un orden de definiciones, teniendo en cuenta las características de contenido del lugar y el tiempo” (p. 174).

Para la presente investigación, la población son todos los pabellones del Colegio Virgen de Fátima en el distrito de San Juan de Miraflores.

3.3.2. Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2013), nos dice que “la muestra es una parte de la población, para conocer sus características” (p. 175).

Para la presente investigación, la muestra es el pabellón “E” del Colegio Virgen de Fátima en el distrito de San Juan de Miraflores.

3.3.3. Muestreo

Según Hernández, Fernández y Baptista (2013), nos dice que “el muestreo es no probabilístico intencional, porque no se supone un criterio estadístico sino un momento de visualización, donde vamos a definir la unidad de análisis y los elementos escogidos en base a criterios del investigador” (p. 189).

En la presente investigación, solo se ha considerado un pabellón del Colegio Virgen de Fátima, tienen que ser permanente para afrontar las emergencias producidas por el sismo, sirva como protección y seguridad para los estudiantes, se encuentra en la categoría “A”, siendo un edificio muy importante para el gobierno peruano, denominado “edificaciones esenciales” por el R.N.E (Reglamento Nacional de Edificaciones).

3.3.4. Unidad de análisis

Pabellón “E”, **1er nivel:** taller creativo / biblioteca, **2do nivel:** aula de innovación pedagógica y **3er nivel:** dos aulas pedagógicas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

- Análisis sísmico estático según la norma peruana E.030
- Análisis sísmico dinámico según la norma peruana E.030
- Estudio del manual FEMA 273 y 274
- Estudio del manual ASCE 7-10 capítulo 18
- Estudio de la norma peruana E.020 y E.060

3.4.2. Instrumentos

- Microsoft Excel, hojas de cálculo para los parámetros de los disipadores de fluido viscoso, partiendo de los datos del Software ETABS y también para la evaluación del Análisis sísmico estático y dinámico.
- Software ETABS, para el análisis y dimensionamiento de la estructura.
- Software SeismoMatch, para escalar registros sísmicos, ocurrido en la historia del Perú.
- Normas técnicas, (E.020, E.030 y E.060).
- Normas Americanas, (ASCE 7-10 capítulo 18, FEMA 273 y 274).

3.4.3. Validez y confiabilidad

Se llevó a cabo una ficha llamado instrumento de recolección de datos que van hacer firmados y sellados por Ingenieros, que contienen las variables y los indicadores, en la cual se contemplará en el **anexo 06**, toda medición o instrumentó de recolección de datos deben congregar condiciones esenciales, que son la validación y la confiabilidad.

“La validación es el punto en la cual una herramienta en exactitud, determina la variable que se logra obtener” (Hernández, Fernández y Baptista, 2013, p. 201).

Tabla 05. Rangos y magnitud de validez

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente validación
1.00	Validación perfecta

Fuente: Chenet, 2017, p.88.

Tabla 06. Resolución de expertos para la validación

Validación		
Ingeniero 1	Ingeniero 2	Ingeniero 3
0.85	0.85	0.85
Promedio		0.82

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, para efectuar la validación, ha sido examinado por tres Ingenieros Civiles que serán nuestros expertos ver (anexo 04), por ende, se lleva a cabo hacer un promedio de las tres calificaciones, obteniendo como resultado un rango de validez de 0.82, lo cual corresponde a la magnitud Excelente validación.

“La confiabilidad es la clase en que un mecanismo elabora conclusiones firmes y conformes” (Hernández, Fernández y Baptista, 2013, p. 200).

Tabla 07. Rangos y magnitud de confiabilidad

Rangos	Magnitud
0.01 a 0.60	Baja confiabilidad
0.61 a 0.75	Moderada confiabilidad
0.76 a 0.89	Alta confiabilidad
0.90 a 1.00	Muy alta confiabilidad

Fuente: Chenet, 2017, p.94.

Tabla 08. Resolución de expertos para la confiabilidad

Confiabilidad		
Ingeniero 1	Ingeniero 2	Ingeniero 3
0.8	0.8	0.85
Promedio		0.82

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, para efectuar la confiabilidad, ha sido examinado por tres Ingenieros Civiles que serán nuestros expertos ver (anexo 04), por ende, se lleva a cabo hacer un promedio de las tres calificaciones, obteniendo como resultado un rango de confiabilidad de 0.82, lo cual corresponde a la magnitud de Alta confiabilidad.

3.5. Procedimientos

En el presente proyecto, se utilizará el programa computacional ETABS 2018 V18.0.2, para hacer un modelamiento respectivo del pabellón "E", siguiendo las respectivas normas E.020, E.030 y E.060. Con respecto a los disipadores de fluido viscoso se empleará la norma americana, FEMA 273 y 274, ASCE 7-10 capítulo 18. Con ello se realizará el cálculo del desplazamiento máximo, distorsiones, el cálculo del amortiguamiento y momento de volteo entre ambos sistemas.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de datos descriptivo ayudara a la investigación a comprender la muestra de nuestro estudio a través de gráficos con resultados recogidos, Ministerio de Educación del Perú, fases de investigación aplicada.

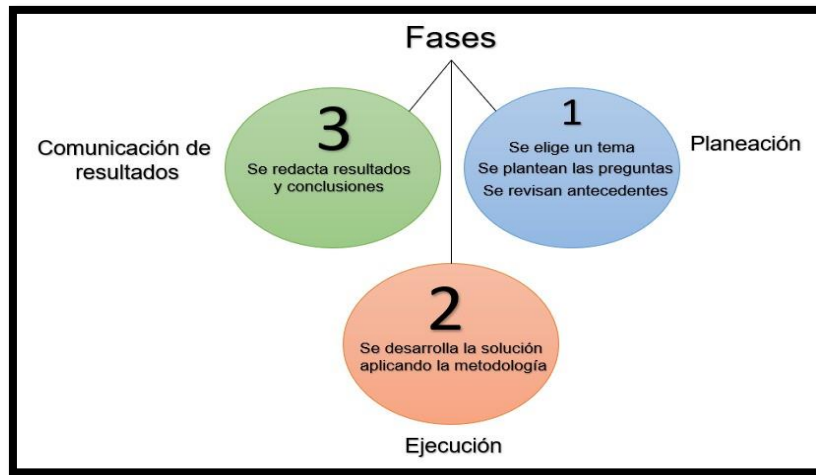


Figura 29. Fases de la investigación aplicada.

3.7. Aspectos éticos

Este proyecto, trata de brindar conocimientos e información con respecto al desarrollo de la investigación, se ha recolectado y extraído libros, revistas, tesis internacionales y nacionales que cumplen con el manual ISO 690 - 2, por tal motivo se cita a los autores que nos han proporcionado sus resultados y nos brindan el apoyo para sustentar. El presente informe será honesto con respecto a la recolección de datos, al procedimiento de los cálculos que se tendrá para el desenvolvimiento y comparación entre ambos sistemas que se indica.

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación

La I.E. N° 6046 VIRGEN DE FÁTIMA es compartido con la I.E.I. N° 66 NIÑOS JESÚS DE PRAGA, se encuentra ubicada en Pamplona Baja – San Juan de Miraflores – Lima – Lima, Jirón Francisco Vallejo N° 400.

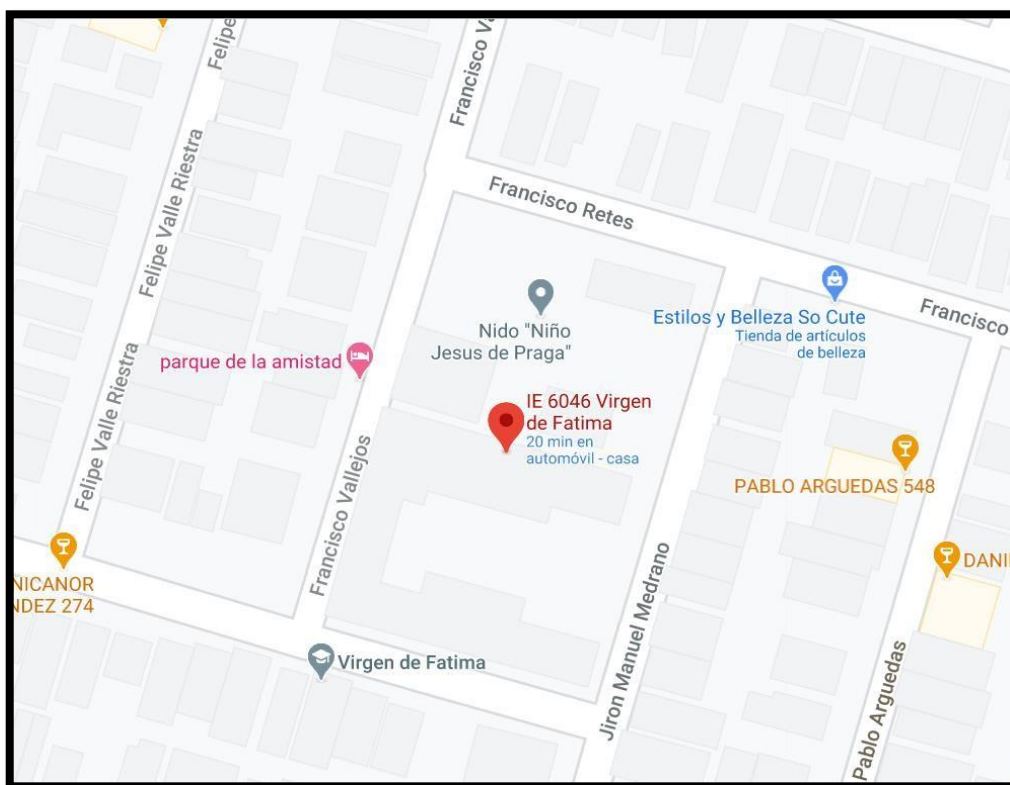


Figura 30. Ubicación IE 6046 Virgen de Fátima.

Fuente: Google Maps.

4.2. Descripción del proyecto arquitectónico

El colegio de primaria tiene un área de 2,410.74 m², todos los pabellones fueron demolidos por presentar deterioros como fisuras y grietas en los ambientes, la unidad de análisis es el pabellón “E” de tres pisos, el primer nivel es biblioteca, el segundo nivel es aula y el tercer nivel son dos aulas, conformado un área total de los tres niveles de 482.64 m²

El sistema estructural del pabellón “E” a analizar es un sistema dual, de albañilería confinada, de losas aligeradas y contiene zapatas conectadas.

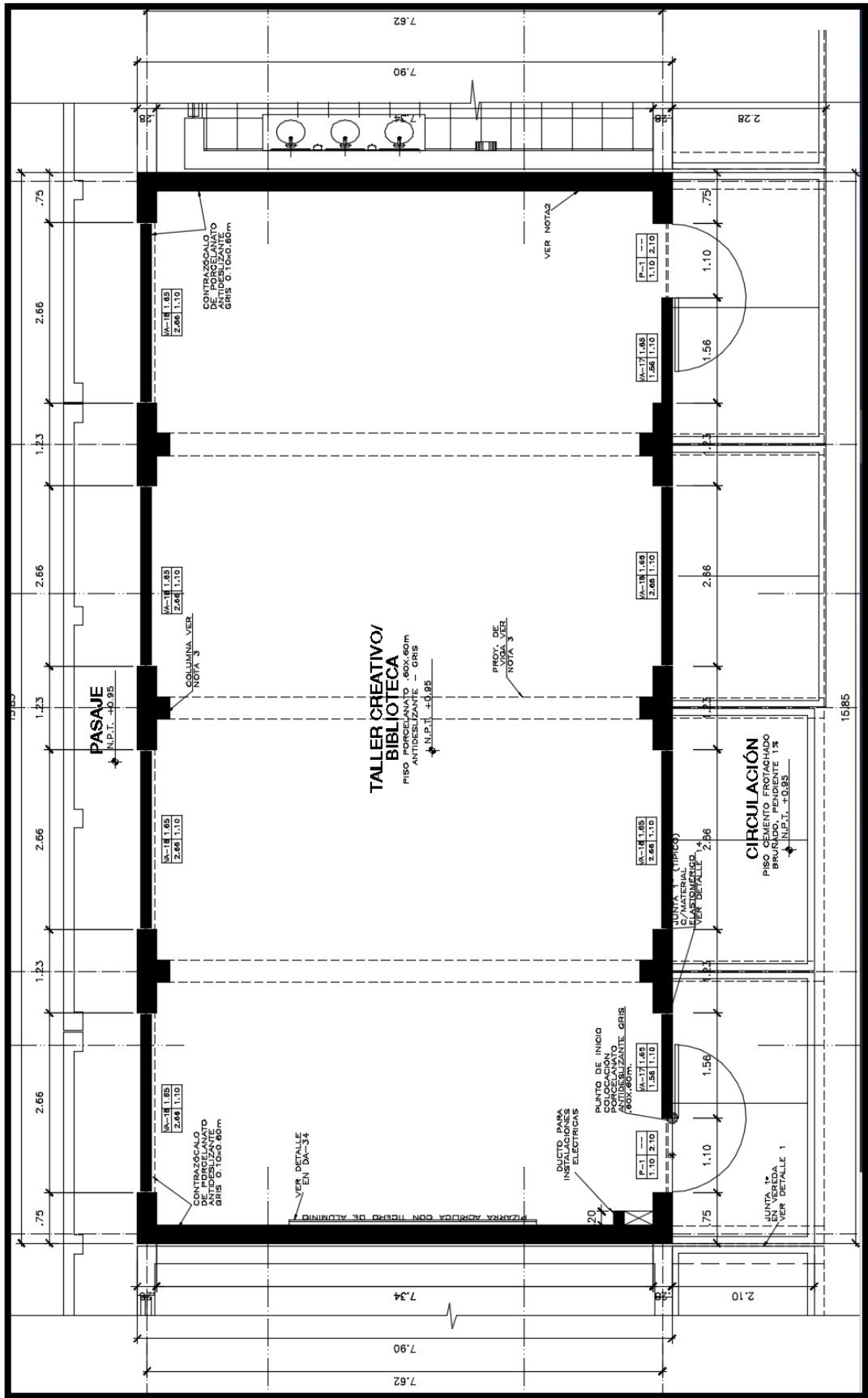


Figura 31. Primer nivel - bloque "E".

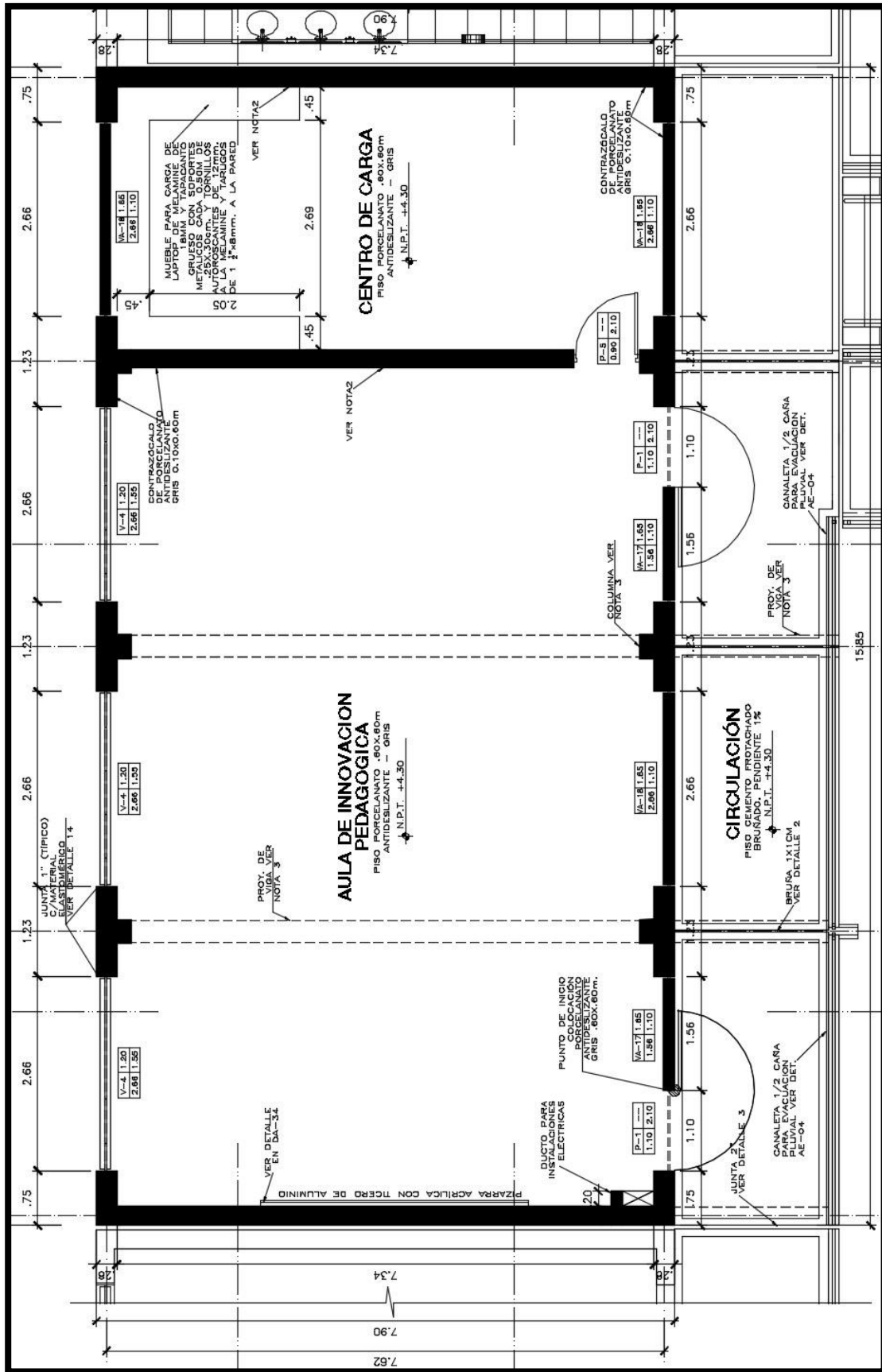


Figura 32. Segundo nivel - bloque “E”.

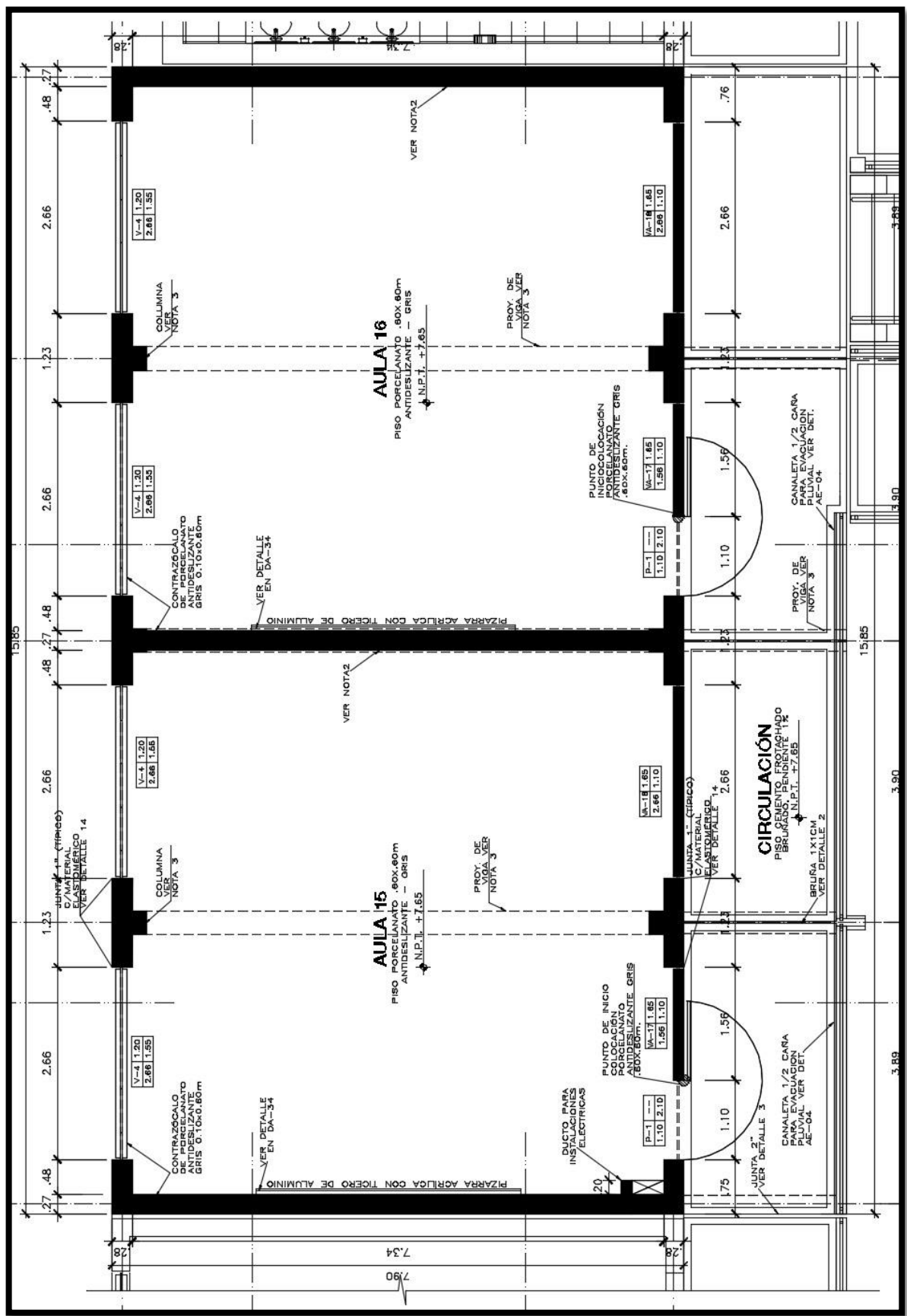


Figura 33. Tercer nivel - bloque "E".

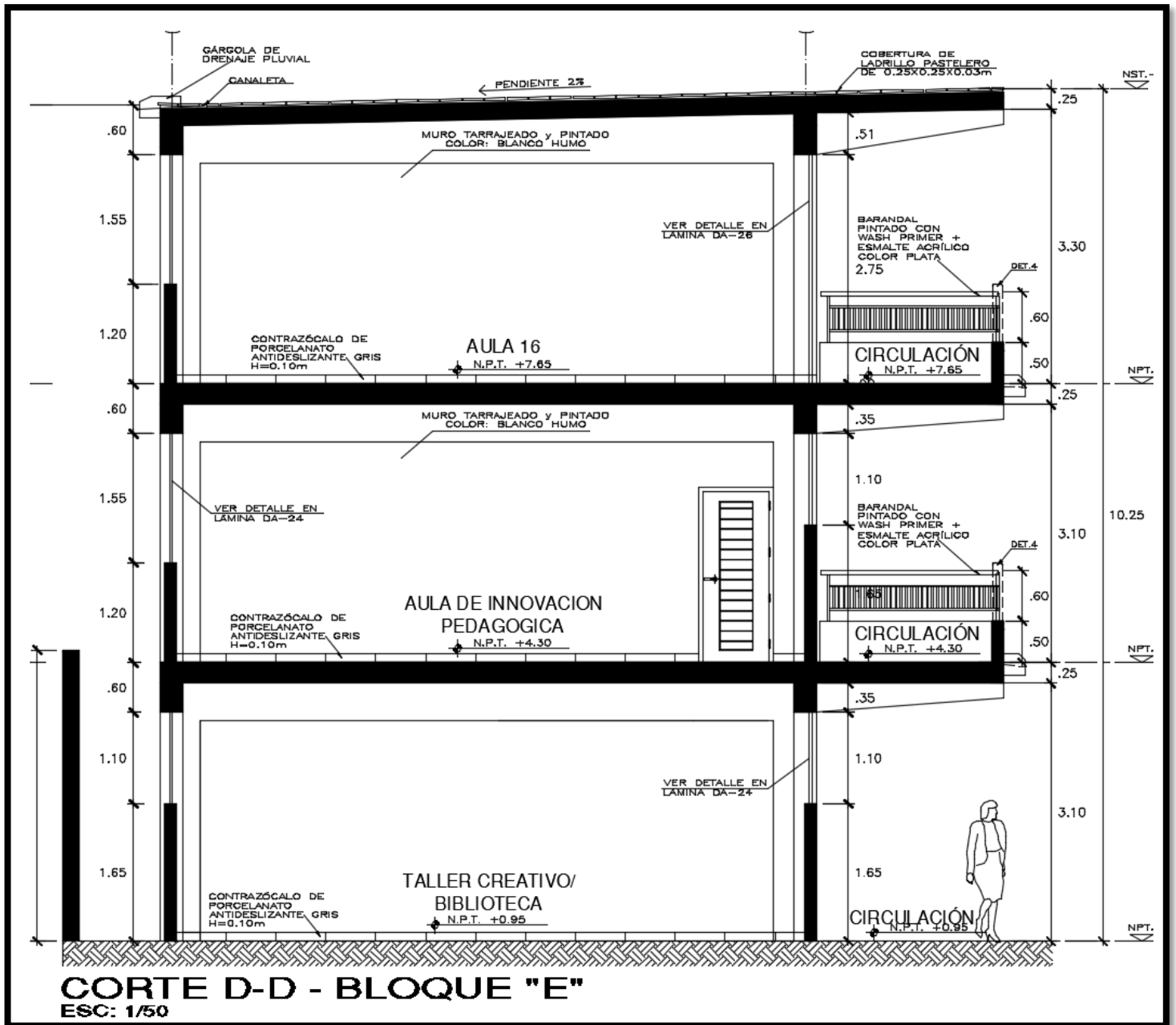


Figura 34. Elevación - bloque "E".

4.3. Sistema estructural del edificio

El pabellón “E” contiene placas, columnas, vigas y losas aligeradas, tiene una longitud de 15.85 m, un ancho de 7.90 m y un alto de 10.25 m, el último piso tiene una pendiente de 2% para el flujo del agua pluvial.

Para el modelamiento en el software, el último piso no se consideró la pendiente.

Tabla 09. Datos de la estructura

DATOS DEL PABELLON		
AREA	PRIMER PISO	160.88 m ²
	SEGUNDO PISO	160.88 m ²
	TERCER PISO	160.88 m ²
ALTURA	PRIMER NIVEL	3.1 m
	SEGUNDO NIVEL	6.2 m
	TERCER NIVEL	9.3 m

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Sistema estructural

SISTEMA ESTRUCTURAL		
SISTEMA	DUAL	
PLACA	24 cm	
VIGAS	V - 1	25 x 55 cm
	V - CHATA	25 x 20 cm
	V - 3	24 x 55 cm
	V - 4	30 x 65 cm
COLUMNAS	C - 1	72.5 x 25 cm
	C - T	0.36 m ²
	C - PLACA	30 x 24 cm
LOSA	ALIGERADA 0.20 m	

Fuente: elaboración propia.

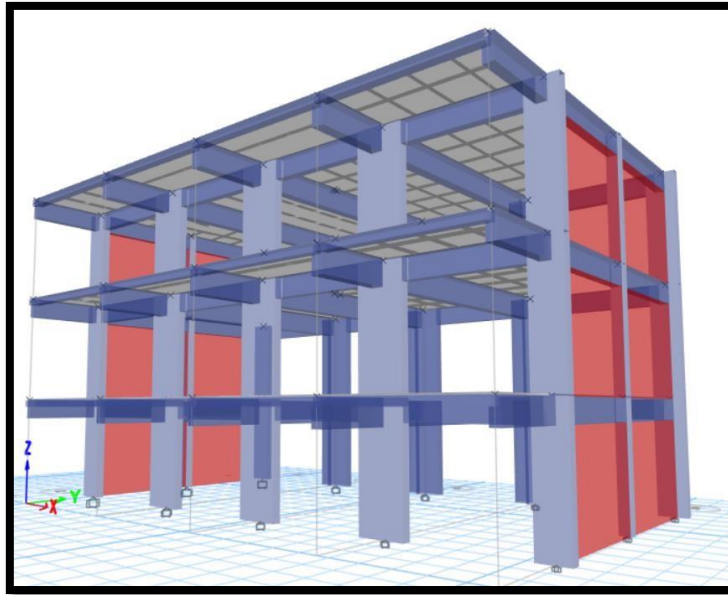


Figura 35. Vista en 3D, pabellón “E”.

Fuente: elaboración propia.

4.4. Cargas consideradas para el análisis

4.4.1. Peso propio

Son cargas que provienen del peso del material como placas, columnas, vigas, losas y otros elementos que forman la edificación y se consideran permanentes. El modelamiento geométrico de la Institución Educativa Virgen de Fátima se reflejó con el modelo Arquitectónico.

4.4.2. Carga muerta

Las cargas muertas se consideran principalmente por acabo de piso y los tabiques, se consideran dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones la E.020 Cargas, los pesos asignados son los siguientes:

Tabla 11. Consideraciones de carga muerta

Carga Muerta	
Acabados	100 kg/m ²
Peso propio de la losa aligerada	300 kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

4.4.3. Carga viva

Se consideran los valores asignados por la E.020, estas cargas provienen del peso no permanente de la edificación, incluyen materiales, equipos y otros elementos.

Tabla 12. Consideraciones de carga viva

Carga viva	
Carga viva (entre pisos - aulas)	250 kg/m ²
Carga viva (corredor)	400 kg/m ²
Carga viva (últimos pisos)	100 kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

4.4.4. Carga de sismo

Son las cargas que ejercen en cada nivel de los pisos, estas cargas se conocen como cargas estáticas, dinámicas y tiempo historia que representa un evento sísmico que está reglamentado en la Norma E.030.

4.4.5. Peso de la edificación según la Norma E.030

Con respecto al peso de cada nivel de piso, se tomó en cuenta el 100% la carga muerta, incluido la carga viva que se consideró el 50% debido que pertenece a una edificación esencial (Tipo A1) y adicionalmente se tomó el 25% de la carga viva para la azotea y techos últimos de acuerdo a la Norma E.020.

4.5. Propiedades de los materiales

Se detalla en la tabla, las características de cada material que se ha empleado para cada elemento de la estructura que se ha considerado para el modelamiento.

Tabla 13. Propiedades de los materiales

PROPIEDADES DEL CONCRETO	
Resistencia de la compresión del concreto	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad del concreto	$E_c = 2188.2 \text{ kg/mm}^2$
Coefficiente de Poisson del concreto	$\nu = 0.2$

PROPIEDADES DEL ACERO	
Esfuerzo del acero	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad del acero	$E_s = 2000000 \text{ kg/mm}^2$

Fuente: elaboración propia.

4.6. Análisis sísmico – Sistema Dual

4.6.1. Análisis estático

Para el análisis de las fuerzas equivalentes, se tiene como función aplicar un grupo de fuerzas en cada nivel de piso actuando en el centro de masa, este método será usado para conseguir la cortante basal.

Según la norma E.030, específica que este método se puede aplicar en: Estructuras regulares e irregulares y delimitar el coeficiente de reducción sísmica.

Cabe aclarar que el presente proyecto se aplica este tipo de análisis a la estructura que ya cumple con los parámetros de la norma E.030.

4.6.1.1. Factor de zona

La edificación está situada en el departamento de Lima, en el cual se determina el factor de zona (Z) sísmica 4, se interpreta como aceleración máxima horizontal, por lo tanto, en la tabla corresponde un valor de $Z = 0.45$.

Tabla 14. *Parámetros de factor de zona*

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Diseño sismorresistente, E.030.

4.6.1.2. Factor del suelo

Para la selección del perfil, se obtuvo del expediente técnico el cual corresponde a suelos mediamente rígidos, como resultado se obtiene un suelo $S_2 = 1.05$, como se indica en la **tabla 15** y un periodo de $T_P = 0.6$ y $T_L = 2.0$ en la cual se muestra en la siguiente **tabla 16**.

Tabla 15. *Parámetros de factor de zona*

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Diseño sismorresistente, E.030.

Tabla 16. *Parámetros de los periodos*

Tabla N° 4 PERÍODOS "T _P " Y "T _L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Diseño sismorresistente, E.030.

4.6.1.3. Categoría de la edificación

La edificación es una Institución educativa, según la norma E.030 corresponde, categoría A2 (edificaciones esenciales), con un factor $U = 1.5$.

Tabla 17. Tipos de categoría de edificación

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos 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 para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - 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

Fuente: Diseño sismorresistente, E.030.

4.6.1.4. Factor de reducción

La edificación del pabellón "E" del Colegio Virgen de Fátima presenta un sistema dual, le corresponde a un factor $R = 7$.

Tabla 18. Sistemas estructurales

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
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	7(**)

Fuente: Diseño sismorresistente, E.030.

4.6.1.5. Factor de amplificación sísmica (C)

Con los datos que se han obtenido se obtendrá la amplificación sísmica del suelo vs el periodo.

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

Figura 36. Tipos de categoría de edificación.

Fuente: Diseño sismorresistente, E.030.

4.6.1.6. Irregularidades en altura y planta

En la presente tesis el colegio no presenta irregularidades tanto en altura como en planta y esto lo detalla el expediente técnico.

$$I_a = 1.0$$

$$I_p = 1.0$$

4.6.1.7. Fuerza de la cortante en la base

La fuerza cortante de la estructura se determina de la siguiente manera y se coloca los datos que se especifican en la **tabla 15**.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Tabla 19. Parámetros sísmicos

Parámetros sísmicos		
Z =	0.45	ZONA 4
U =	1.50	ESENCIAL A2
C =	2.50	T < TP
S =	1.05	S2
R =	7.00	COEFICIENTE "R"

Fuente: elaboración propia.

Obtenemos la cortante basal de 1562.67 y una rigidez (k), este resultado lo podemos verificar con la **tabla 20**.

Tabla 20. Factor de fuerzas sísmicas

Factor de fuerzas sísmicas		
$Z*U*C*S/R=$	0.253	
V=	1562.67	CORTANTE BASAL
K=	1.00	$T \leq 0.5$

Fuente: elaboración propia

En la **figura 37**, se observar el centro de masa que tiene cada nivel de piso tanto en la dirección (UX) y (UY), el cual nos sirve para hallar el peso (p), la fuerza y la cortante basal.

Story	UX kg	UY kg	UZ kg
Story3	155341.31	155341.31	0
Story2	218573.28	218573.28	0
Story1	218573.28	218573.28	0
Base	37397.51	37397.51	0

Figura 37. Resumen masivo por historia.

Fuente: elaboración propia.

Como se detalla en la **tabla 21**, Obtenemos el resultado de cada entrepiso, como el peso, las fuerzas que se aplican en cada nivel, sin antes convertir de kilogramos a toneladas.

Tabla 21. Resultados de los pesos, fuerzas y cortante basal

MASA ETABS	N° PISO	mi	pi	hi	$pi(hi)^k$	α_i	Fi	Vi
155.34	PISO 3	155.34	1522.50	9.30	14159.25	0.40	628.26	628.26
218.57	PISO 2	218.57	2142.24	6.20	13281.87	0.38	589.33	1217.59
218.57	PISO 1	255.97	2508.77	3.10	7777.19	0.22	345.08	1562.67
37.40	TOTAL		6173.51		35218.31		1562.6689	Ok
629.89								

Fuente: elaboración propia.

4.7. Análisis Dinámico – Modal espectral

4.7.1. Modos de vibración

Es la tendencia de vibración o distorsión de la estructura ante las cargas laterales, no dependen de la acción de la masa, estos modos están basados en los pesos de la estructura, que están definidos en el programa ETABS en la cual podemos obtener la frecuencia y su masa participativa.

Se trabaja con 3 modos por piso, en este caso se ha utilizado un total de $3 \times 3 = 9$ modos de vibración para el respectivo análisis. Según la norma E.030 nos dice que, para cada dirección, la suma de masas debe ser efectiva por lo menos el 90% de la masa total.

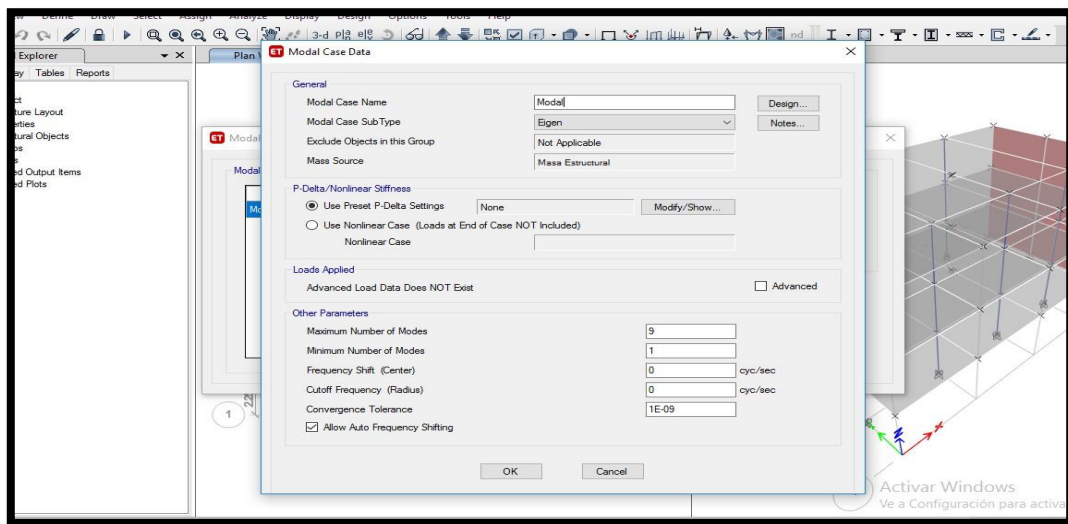


Figura 38. Vista de Modos de Vibración.

Fuente: elaboración propia.

4.7.2. Comprobación de la masa participativa

Según la norma E.030 nos dice que debemos de considerar el número de modos necesarios, para que la suma de masas sea efectiva, por lo menos el 90% de la masa total. Se debe considerar por lo mínimo 3 modos predominantes para el respectivo análisis.

Para el primer modo de vibración de la estructura en la dirección X tiene una frecuencia de 0.304 y una masa participativa de 80.50 %.

Para el segundo modo de vibración de la estructura en la dirección Y se obtiene una frecuencia de 0.084 y una masa participativa de 95.59 %.

Tabla 22. Masa participativa del sistema dual

ESTRUCTURA - SISTEMA DUAL					
Modos	Periodo	Masa part x	Masa part y	summary masa x	summary masa y
1	0.304	80.50%	0.00%	80.50%	0.00%
2	0.084	15.09%	0.00%	95.59%	0.00%
3	0.081	0.00%	81.52%	95.59%	81.52%
4	0.065	0.00%	0.06%	95.59%	81.58%
5	0.043	4.41%	0.00%	100.00%	81.58%
6	0.025	0.00%	16.72%	100.00%	98.30%
7	0.02	0.00%	0.00%	100.00%	98.30%
8	0.015	0.00%	1.70%	100.00%	100.00%
9	0.012	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%

Fuente: elaboración propia.

4.7.3. Periodo

Para esta investigación se utilizó un rango de 0.00 a 3.00 para el periodo (**T**) en segundos con una frecuencia de 0.05 segundos, este resultado que obtenemos es la pseudo aceleración (**Sa**) que se añadirá al Software ETABS.

Tabla 23. Periodos, Factores de amplificación sísmica y Pseudo aceleraciones

T	C	Sa
0.0000	2.5000	0.2953
0.0500	2.5000	0.2953
0.1000	2.5000	0.2953
0.1500	2.5000	0.2953
0.2000	2.5000	0.2953
0.2500	2.5000	0.2953
0.3000	2.5000	0.2953
0.3500	2.5000	0.2953
0.4000	2.5000	0.2953
0.4500	2.5000	0.2953
0.5000	2.5000	0.2953
0.5500	2.5000	0.2953
0.6000	2.5000	0.2953
0.6500	2.3077	0.2726
0.7000	2.1429	0.2531
0.7500	2.0000	0.2363

0.8000	1.8750	0.2215
0.8500	1.7647	0.2085
0.9000	1.6667	0.1969
0.9500	1.5789	0.1865
1.0000	1.5000	0.1772
1.0500	1.4286	0.1688
1.1000	1.3636	0.1611
1.1500	1.3043	0.1541
1.2000	1.2500	0.1477
1.2500	1.2000	0.1418
1.3000	1.1538	0.1363
1.3500	1.1111	0.1313
1.4000	1.0714	0.1266
1.4500	1.0345	0.1222
1.5000	1.0000	0.1181
1.5500	0.9677	0.1143
1.6000	0.9375	0.1107
1.6500	0.9091	0.1074
1.7000	0.8824	0.1042
1.7500	0.8571	0.1013
1.8000	0.8333	0.0984
1.8500	0.8108	0.0958
1.9000	0.7895	0.0933
1.9500	0.7692	0.0909
2.0000	0.7500	0.0886
2.0500	0.7139	0.0843
2.1000	0.6803	0.0804
2.1500	0.6490	0.0767
2.2000	0.6198	0.0732
2.2500	0.5926	0.0700
2.3000	0.5671	0.0670
2.3500	0.5432	0.0642
2.4000	0.5208	0.0615
2.4500	0.4998	0.0590
2.5000	0.4800	0.0567
2.5500	0.4614	0.0545
2.6000	0.4438	0.0524
2.6500	0.4272	0.0505
2.7000	0.4115	0.0486
2.7500	0.3967	0.0469
2.8000	0.3827	0.0452
2.8500	0.3693	0.0436
2.9000	0.3567	0.0421
2.9500	0.3447	0.0407

3.0000	0.3333	0.0394
--------	--------	--------

Fuente: elaboración propia.

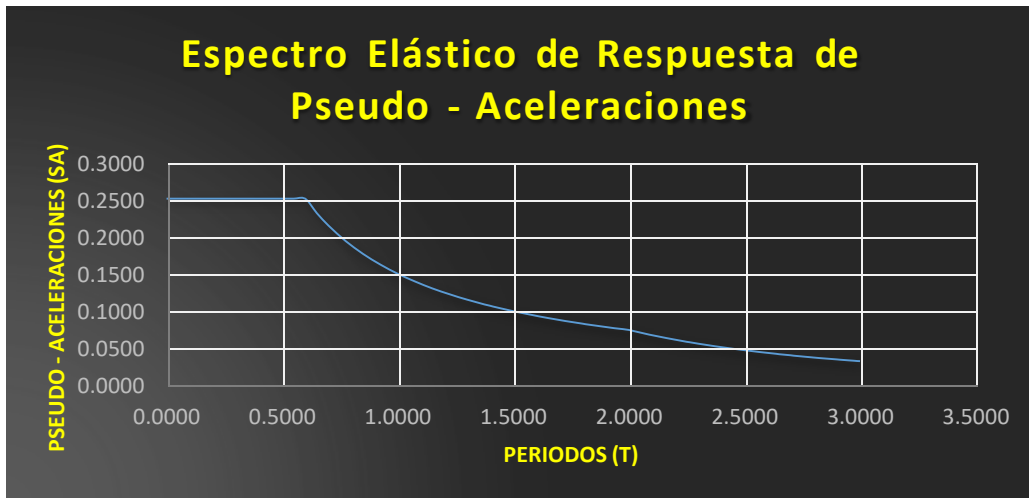


Figura 39. Parámetros sísmicos según la norma E.030.

Fuente: elaboración propia.

4.7.4. Definición de la respuesta estructural

El análisis de la estructura se hizo mediante el Software ETABS, donde se considero los parametros según la norma E.030 y se fijo mediante la función respuesta espectral considerando los datos que dicta la norma, pero considerando un amortiguamiento del 5%, donde se detalla en la **figura 40**. De este gráfico se detalla la aceleración espectral del ETABS y el factor de aceleración considerando los parametros.

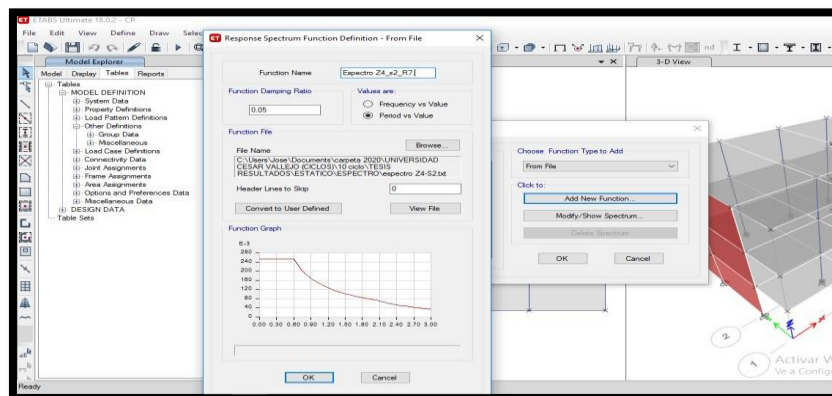


Figura 40. Espectro colocado al software.

Fuente: elaboración propia

4.7.5. Definición de carga sísmica

Se define las cargas sísmicas del software, debido a ello se asigna la cortante basal y el coeficiente (k) que está relacionado con los periodos fundamentales que es adquirido por los modos de vibración de la estructura. Estos valores son seleccionados por los paramentos de la edificación. Con respecto al valor (k) está relacionado con la vibración de la estructura y se calcula de la siguiente manera:

El “ T ” de la estructura es menor a 0.5, debido a ello el valor de $k = 1$.

28.3.2. 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:

- Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

Figura 41. Determinación de “ K ”.

Fuente: Diseño sismorresistente, E.030.

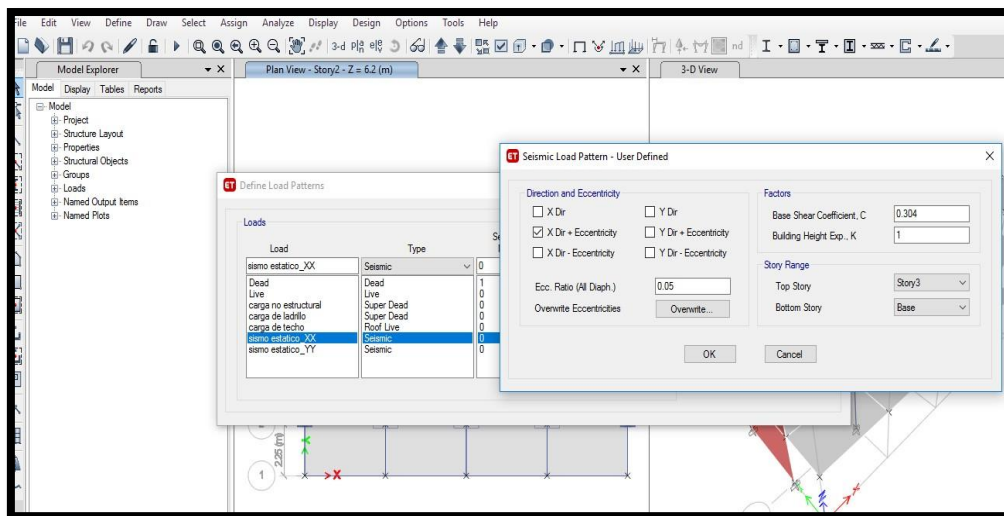


Figura 42. Definición de la carga sísmica por el software.

Fuente: elaboración propia.

4.7.6. Combinación de cargas sísmicas para el eje (X) y (Y)

Se le añade los casos de cargas dinámicas, al programa ETABS que nos ayuda a calcular este tipo de análisis. Se le asignara un espectro de respuesta como se detalla en la **figura 43**, una aceleración que depende del análisis, para el caso de la dirección principal (X) se debe de considerar una aceleración del 100% y en la dirección secundaria (Y) un 30%. El tipo de análisis que solicita la normativa es el método de combinación cuadrática CQC, los tipos de casos son modales, con respecto al diafragma se considera un valor del 5%, se obtendrá la respuesta máxima elástica del desplazamiento total y relativo.

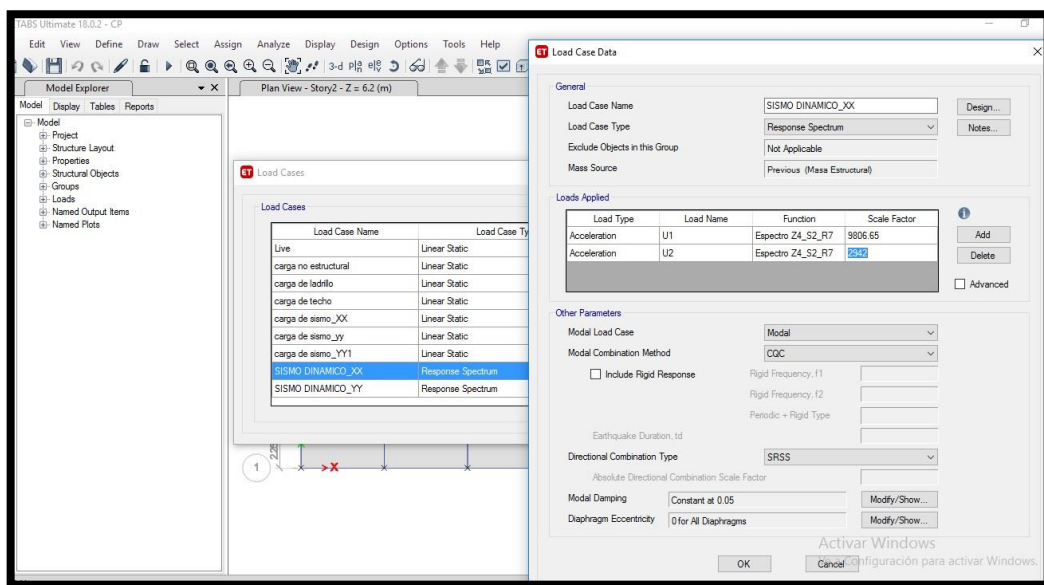


Figura 43. Asignación de la carga dinámica sísmica.

Fuente: elaboración propia.

Con este tipo de análisis podemos obtener el desplazamiento en el centro de masa en rango elástico, tanto para la dirección (X) y (Y).

4.7.7. Resultados en el centro de masa elástico

El desplazamiento que se obtuvo con respecto a la dirección (X) y (Y), para cada nivel de piso cumple con la distorsión máxima según la E.030 que es de 0.007 para concreto armado.

Tabla 24. Datos del desplazamiento relativo según la norma E.030, dirección (X)

DESPLAZAMIENTOS EN EL CENTRO DE MASA - XX (ELASTICOS)						
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm		E030	
Story3	Diagragma_03	SISMO_DINA_XX Max	2.575	0.0008	0.007	OK
Story2	Diagragma_02	SISMO_DINA_XX Max	3.206	0.0010	0.007	OK
Story1	Diagragma_01	SISMO_DINA_XX Max	1.978	0.0006	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. Datos del desplazamiento, según la norma E.030 en la dirección (Y)

DESPLAZAMIENTOS EN EL CENTRO DE MASA - YY (ELASTICOS)						
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm		E030	
Story3	Diagragma_03	SISMO_DINA_YY Max	0.197	0.0001	0.007	OK
Story2	Diagragma_02	SISMO_DINA_YY Max	0.209	0.0001	0.007	OK
Story1	Diagragma_01	SISMO_DINA_YY Max	0.155	0.0001	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

4.7.8. Resultados en el centro de masa Inelástico

Según la norma E.030 en el **artículo 31** nos menciona que se debe de multiplicar los resultados por un valor de 0.75 R (valor del sistema estructural), con el fin de obtener las derivas inelásticas.

Esta función se le añadió en el caso de combinación, donde se le agrego el caso de sismo en la dirección (X) y (Y) y el factor de escala como se detalla en la **figura44**.

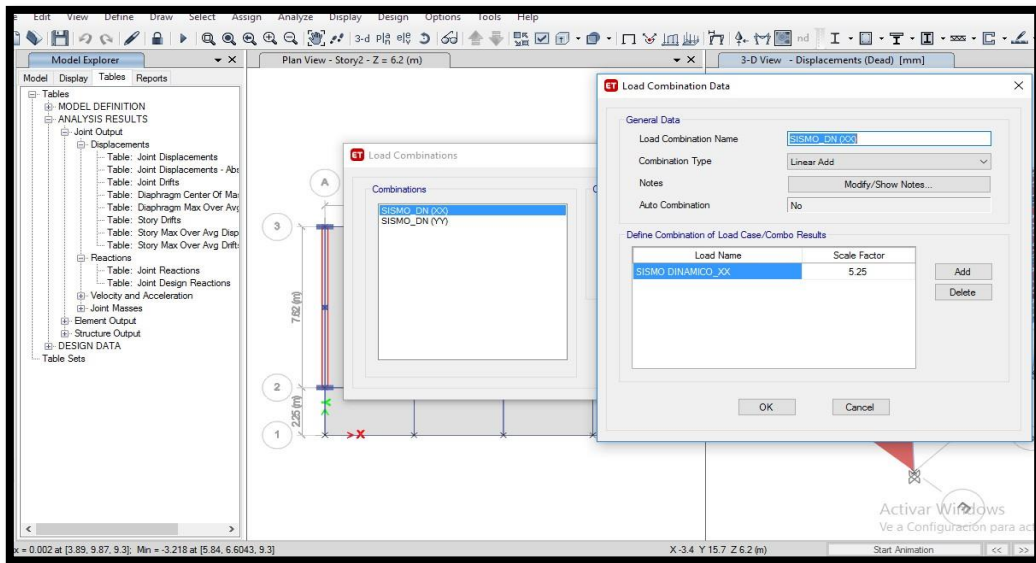


Figura 44. Asignación de combinación de carga.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 26. Periodos, coeficiente de reducción, pseudo aceleración

Espectro Inelástico $S_a * R * 0.75$	
0.00	1.33
0.05	1.33
0.10	1.33
0.15	1.33
0.20	1.33
0.25	1.33
0.30	1.33
0.35	1.33
0.40	1.33
0.45	1.33
0.50	1.33
0.55	1.33
0.60	1.33
0.65	1.23
0.70	1.14
0.75	1.06
0.80	1.00
0.85	0.94
0.90	0.89
0.95	0.84
1.00	0.80

1.05	0.76
1.10	0.72
1.15	0.69
1.20	0.66
1.25	0.64
1.30	0.61
1.35	0.59
1.40	0.57
1.45	0.55
1.50	0.53
1.55	0.51
1.60	0.50
1.65	0.48
1.70	0.47
1.75	0.46
1.80	0.44
1.85	0.43
1.90	0.42
1.95	0.41
2.00	0.40
2.05	0.38
2.10	0.36
2.15	0.34
2.20	0.33
2.25	0.32
2.30	0.30
2.35	0.29
2.40	0.28
2.45	0.27
2.50	0.26
2.55	0.25
2.60	0.24
2.65	0.23
2.70	0.22
2.75	0.21
2.80	0.20
2.85	0.20
2.90	0.19
2.95	0.18
3.00	0.18

Fuente: elaboración propia.

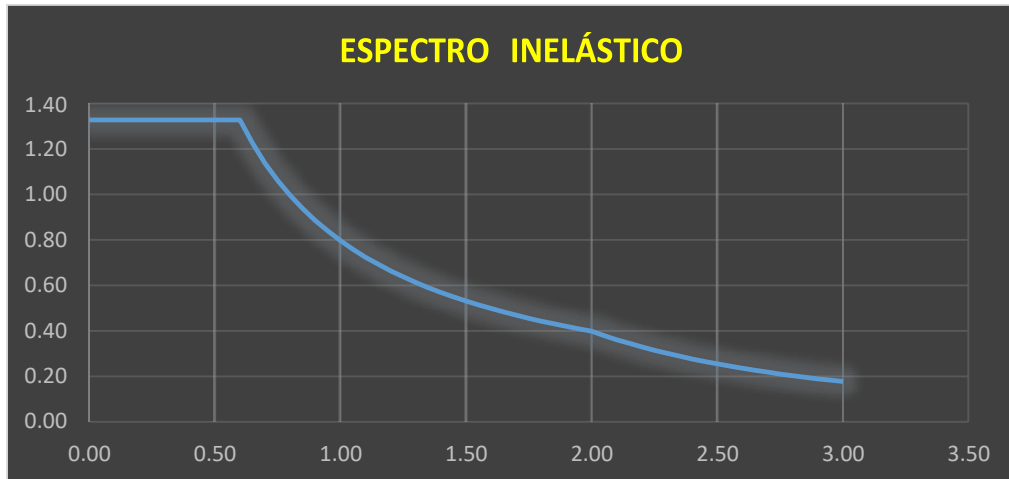


Figura 45. Parámetros sísmicos.

Fuente: elaboración propia.

4.7.9. Desplazamiento en el centro de masa Inelástica

El desplazamiento que se obtuvo para el rango inelástico con respecto a la dirección (X) y (Y), cumple con la distorsión máxima según la E.030 es de 0.007 para concreto armado.

Tabla 27. Datos del desplazamiento relativo en la dirección (X)

DESPLAZAMIENTOS EN EL CENTRO DE MASA - XX (INELASTICOS)						
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO_DN (XX)	13.516	0.0044	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO_DN (XX)	16.832	0.0054	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO_DN (XX)	10.386	0.0034	0.007	OK

Fuente: elaboración propia

Tabla 28. Datos del desplazamiento relativo, en la dirección (Y)

DESPLAZAMIENTOS EN EL CENTRO DE MASA - YY (INELASTICOS)						
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO_DN (YY)	1.033	0.0003	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO_DN (YY)	1.098	0.0004	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO_DN (YY)	0.813	0.0003	0.007	OK

Fuente: elaboración propia

4.8. Análisis Dinámico Tiempo - Historia

4.8.1. Escalamiento de ACELEROGRAMAS

Para este tipo de análisis, se requiere aplicar 3 registros sísmicos, para ello se utilizará la red de ACELEROGRAMA del CISMID (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres), en el cual almacena las aceleraciones de los sismos frecuentes. Se tomó para el proyecto los siguientes sismos:

Tabla 29. Características de registros sísmicos

ESTACIÓN	FECHA DEL SISMO	DURACIÓN (s)
Parque de reserva (Lima)	17 de octubre de 1966	65.64
Parque de reserva (Lima)	31 de mayo de 1970	45.15
Parque de reserva (Lima)	03 de octubre de 1974	97.96

Fuente: CISMID.

4.8.2. Rango de escalamiento

Es el parámetro en función del intervalo, la escala que se va utilizar de acuerdo al factor que se encuentra dentro de la norma que es de 0.2 (T) y 1.5 (T). En este caso nuestro periodo es de $T = 0.304$, remplazamos los datos y obtenemos el siguiente resultado, $0.2 (T) = 0.0608$ s, $1.5 (T) = 0.456$ s.

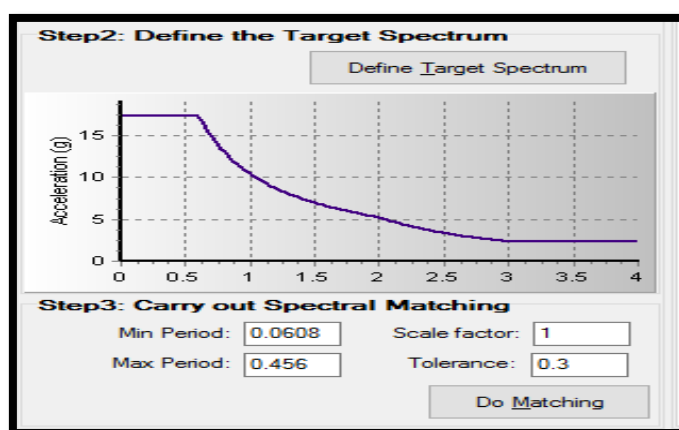


Figura 46. Escala de espectro.

Fuente: elaboración propia.

4.8.3. Espectro de sismo objetivo

El espectro escalado de diseño se dará, con reducción $R = 1$ y multiplicado por la gravedad 9.806 m/s^2 .

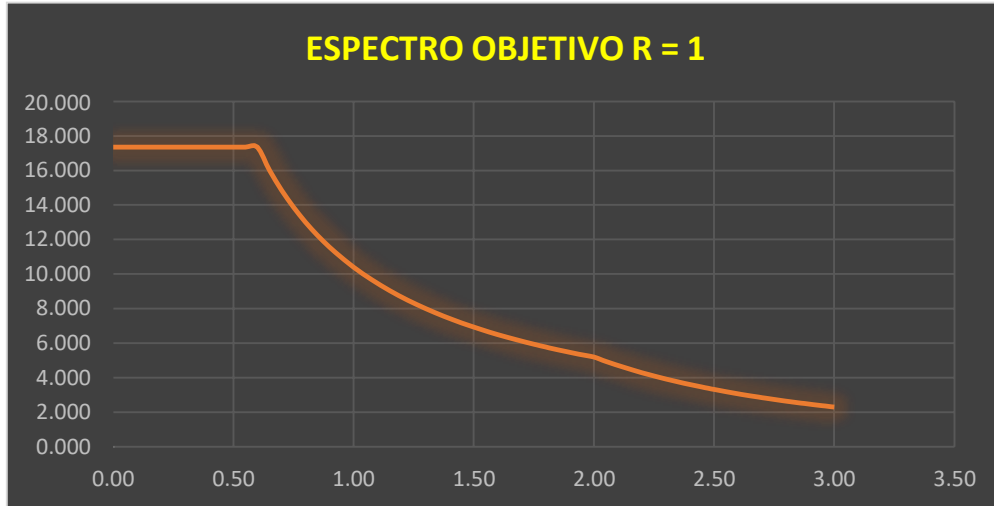


Figura 47. Espectro objetivo escalado $R = 1$.

Fuente: elaboración propia.

El resultado del espectro objetivo se añadió al programa SeismoMatch, con el fin de escalar y obtener los parámetros.

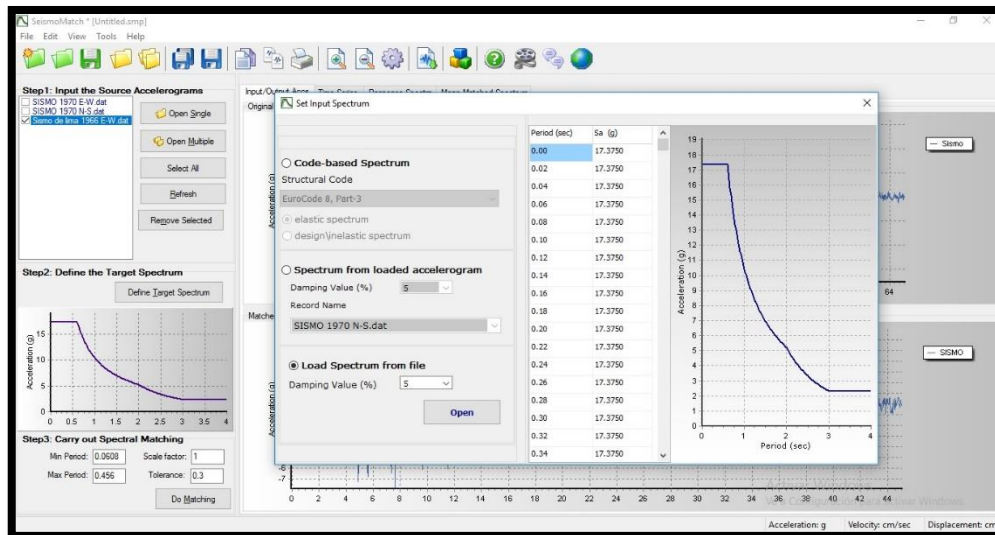
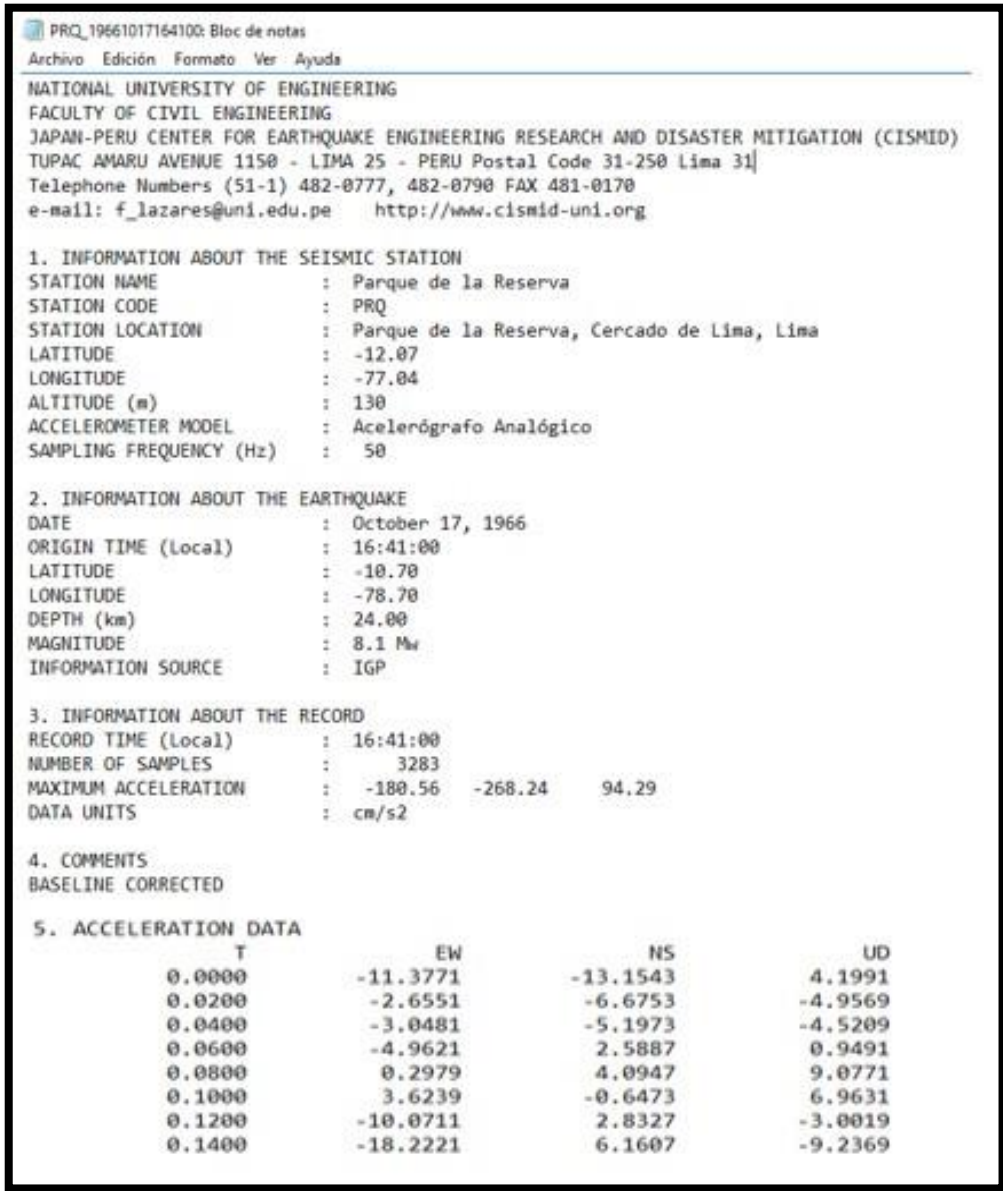


Figura 48. Espectro objetivo de escalamiento en el programa SeismoMatch.

Fuente: elaboración propia.

4.8.4. Registro de aceleración

Según la norma E.030, especifica que cada registro sísmico de aceleración debe ser escalado en eventos individuales y debe ser consistente con el máximo sismo considerado.



```
PRQ_19661017164100: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME      : Parque de la Reserva
STATION CODE     : PRQ
STATION LOCATION  : Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima
LATITUDE        : -12.07
LONGITUDE       : -77.04
ALTITUDE (m)    : 130
ACCELEROMETER MODEL : Acelerógrafo Analógico
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 50

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE            : October 17, 1966
ORIGIN TIME (Local) : 16:41:00
LATITUDE       : -10.70
LONGITUDE      : -78.70
DEPTH (km)     : 24.00
MAGNITUDE      : 8.1 Mw
INFORMATION SOURCE : IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local) : 16:41:00
NUMBER OF SAMPLES  : 3283
MAXIMUM ACCELERATION : -180.56 -268.24 94.29
DATA UNITS         : cm/s2

4. COMMENTS
BASELINE CORRECTED

5. ACCELERATION DATA
      T           EW           NS           UD
0.0000 -11.3771 -13.1543 4.1991
0.0200 -2.6551 -6.6753 -4.9569
0.0400 -3.0481 -5.1973 -4.5209
0.0600 -4.9621 2.5887 0.9491
0.0800 0.2979 4.0947 9.0771
0.1000 3.6239 -0.6473 6.9631
0.1200 -10.0711 2.8327 -3.0019
0.1400 -18.2221 6.1607 -9.2369
```

Figura 49. Registro sísmico de año de 1966.

Fuente: elaboración propia.

Este registro sísmico que se obtuvo, se dividió las aceleraciones en un bloc de notas de Este - Oeste y de Norte - Sur, para poder corregir en el programa SeismoSignal. Se detalla en la **figura 49** la máxima la aceleración de 180.56 m/s en la dirección Este - Oeste y 268.24 m/s en la dirección Norte - Sur, con un intervalo de tiempo de 0.02 s.

4.8.5. Correcciones de ACELEROGRAMAS

Se procede a Filtrar los registros sísmicos utilizando el Software SeismoSignal, los sismos filtrados son, Lima de 1966, Ancash de 1970 y de Lima de 1974, **en la dirección Este – Oeste (E-W) y Norte – Sur (N-S).**

Se realiza este filtro porque muchas veces los ACELEROGRAMAS, detecta el ruido producido por el movimiento de las rocas, por lo tanto, se genera un filtrado. Se mostrará como ejemplo el sismo de **Lima de 1966**, en la dirección Este - Oeste

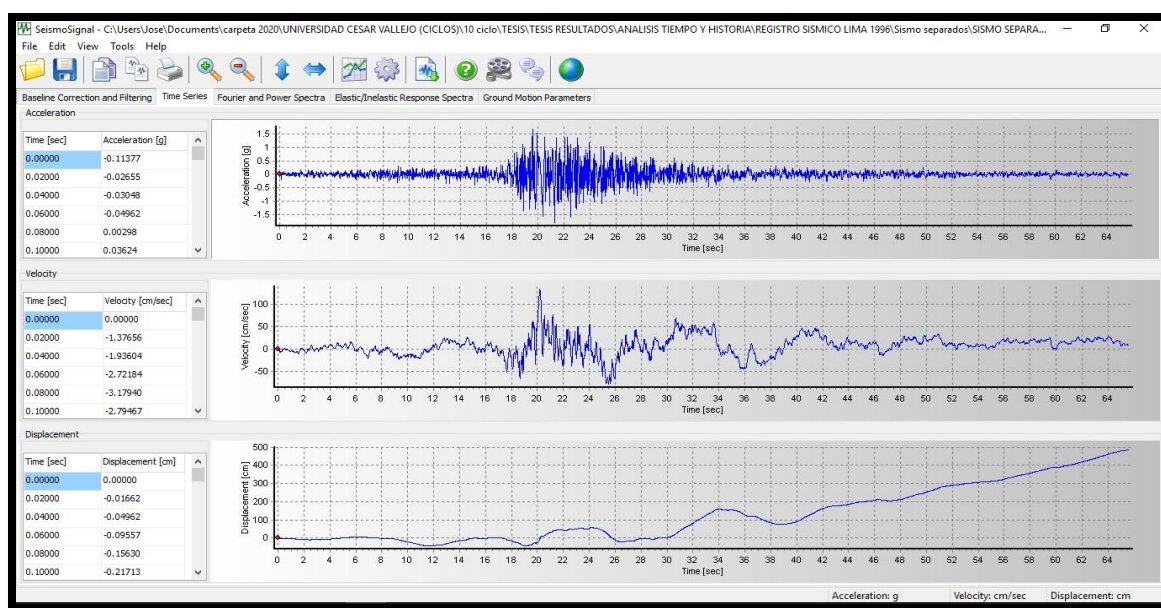


Figura 50. ACELEROGRAMA inicial, Lima de 1966 E-W en SeismoSignal.

Fuente: elaboración propia.

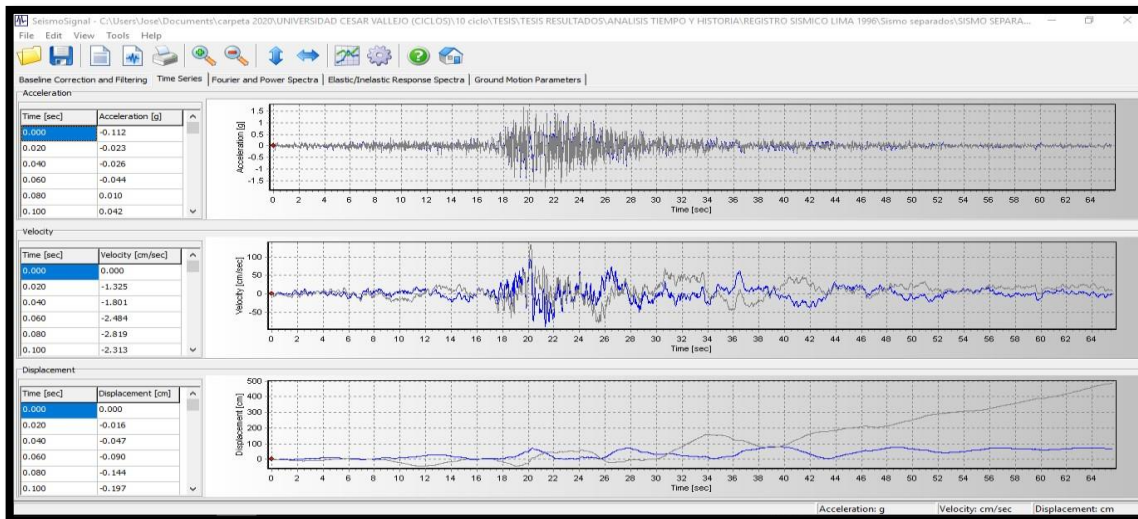


Figura 51. ACELEROGRAMA corregido, Lima de 1966 E-W en SeismoSignal.

Fuente: elaboración propia.

4.8.6. Escalamiento de ACELEROGRAMAS

El resultado que se obtuvo mediante el programa SeismoSignal se guardó y se procesó los datos al programa SeismoMatch, con el fin de escalar el sismo.

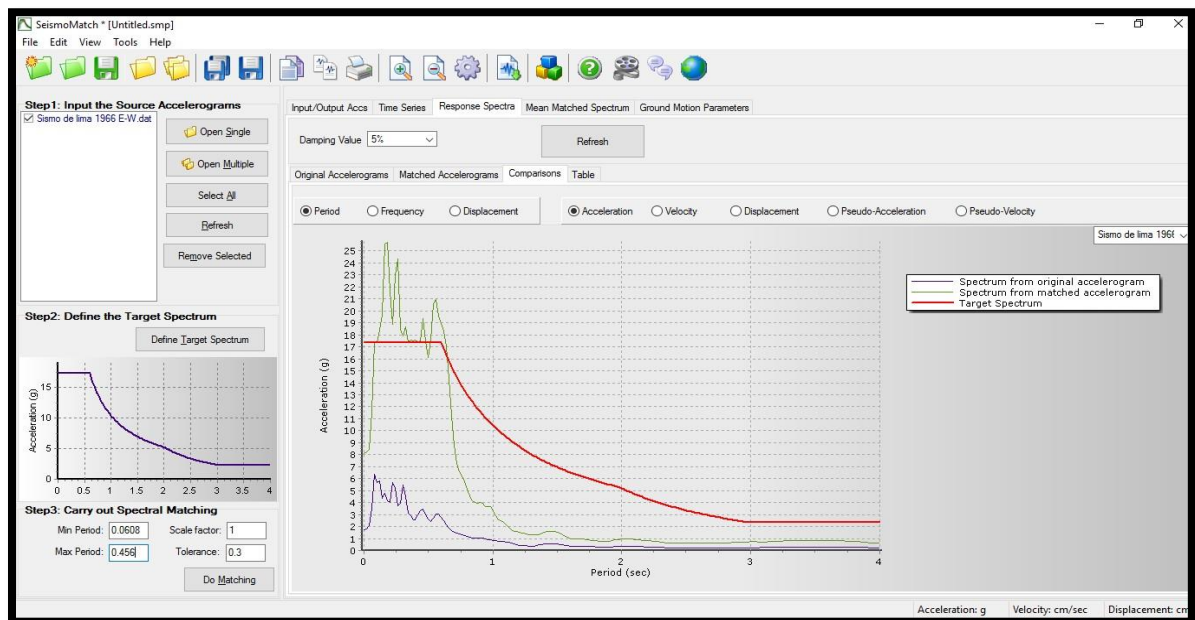


Figura 52. Comparación, registros sísmico original vs escalado, Lima 1966 E-W.

Fuente: elaboración propia.

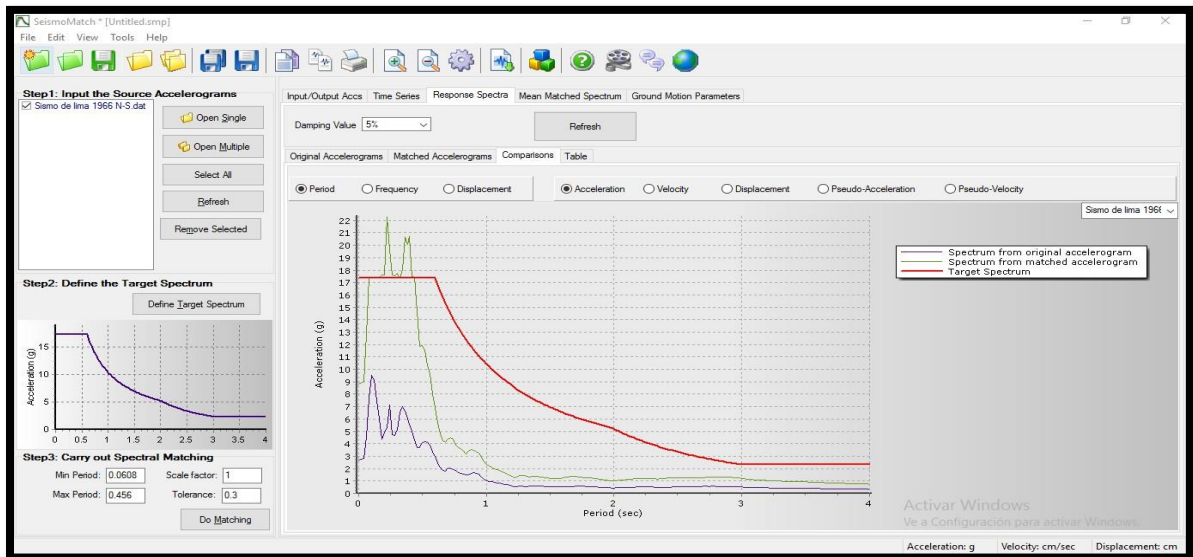


Figura 53. Comparación, registros sísmico original vs escalado, L. 1966 N-S.

Fuente: elaboración propia.

La línea de color rojo es, espectro de diseño $R = 1$

La línea de color azul es, espectro del sismo de Lima de 1966

La línea de color verde es, espectro escalado

4.8.7. Resultado de eventos sísmicos

Se verifica los resultados que se han obtenido en la dirección E-W, de acuerdo a los parámetros originales. La escala original fue de 1.75400 (g), mientras que el escalado se obtuvo 8.09597 (g) que es la máxima aceleración en este evento sísmico. El resultado obtenido se dividió por la gravedad 9.806 m/s².

El valor obtenido con respecto al sismo escalado se dividirá con el factor de la gravedad.

$$8.09597 \text{ (g)} / 9.806 \text{ (m/s)} = 0.825 \text{ (g)}.$$

Según la normativa nos solicita que el análisis con espectro tiene una aceleración 0.45 (g) para la zona 4, lo cual solo es un promedio generado por las estaciones.

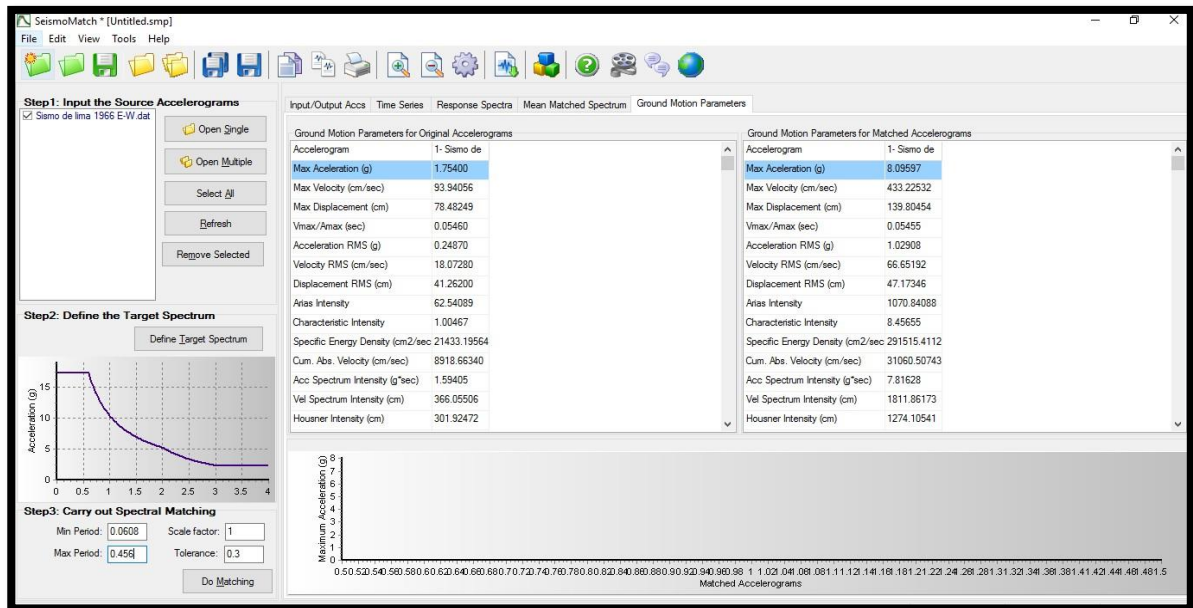


Figura 54. Datos del evento sísmico Lima de 1966 E-W.

Fuente: elaboración propia.

El valor obtenido con respecto al sismo escalado se dividirá con el factor de la gravedad, $8.09597 \text{ (g)} / 9.806 \text{ (m/s)} = 0.825 \text{ (g)}$.

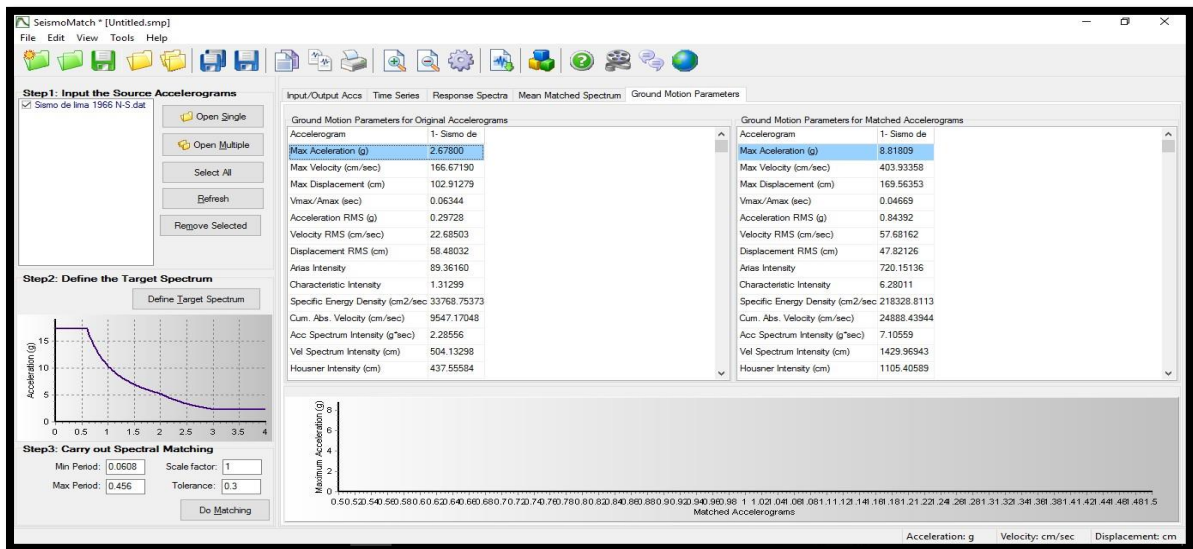


Figura 55. Datos del evento sísmico Lima de 1966 N-S.

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo los resultados en la dirección N-S, la aceleración original es de 2.678(g), mientras que en el escalamiento resultó con 8.81809(g) que es la máxima aceleración a considerar y se dividirá con la gravedad.

$$8.81809 \text{ (g)} / 9.086 \text{ (g)} = 0.9705 \text{ (g)}.$$

4.8.8. Análisis Dinámico tiempo - historia en el programa (ETABS)

Se añadió el análisis dinámico tiempo historia en el programa ETABS, en donde se importó los sismos escalados en la dirección E-W y N-S, los sismos de Lima de 1966, Ancash de 1970 y Lima de 1974.

Se asignó al programa, la cantidad de líneas que se saltara de acuerdo al sismo escalado que se encuentra en bloc de nota, con respecto a la dirección E-W y N-S, se seleccionó el tiempo y función valor por cada línea.

Debemos guardar el modelo en **Convert to User Defined**, con el fin de adjuntar el ACELERELOGRAMA.

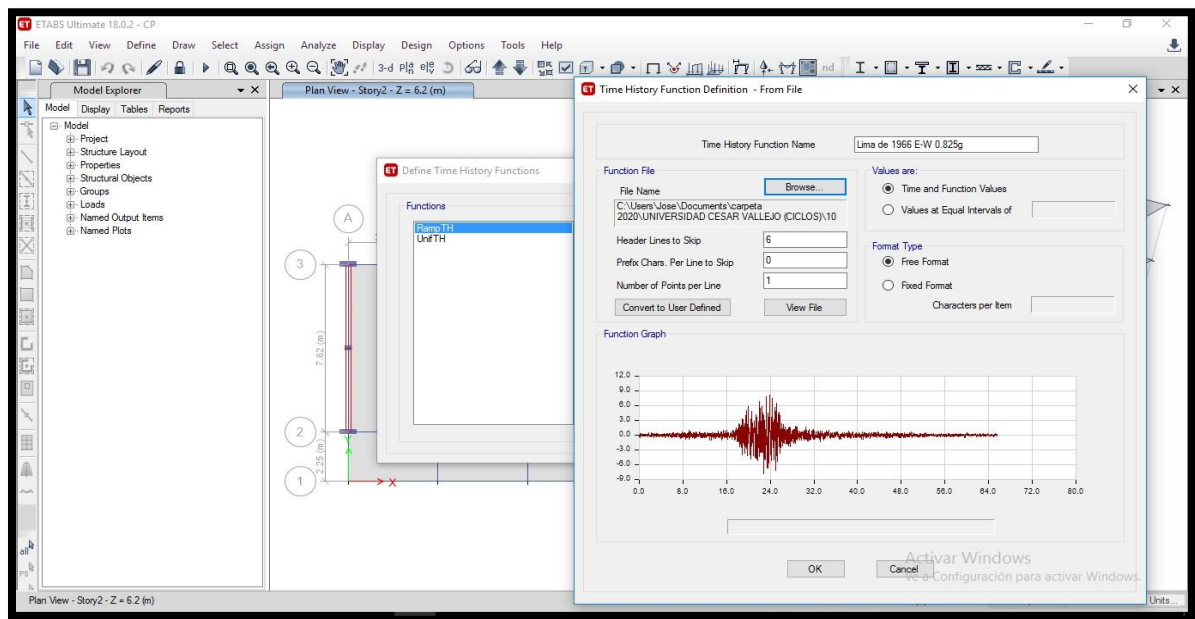


Figura 56. Registro sísmico escalado en el programa ETABS, Lima 1966 E-W.

Fuente: elaboración propia.

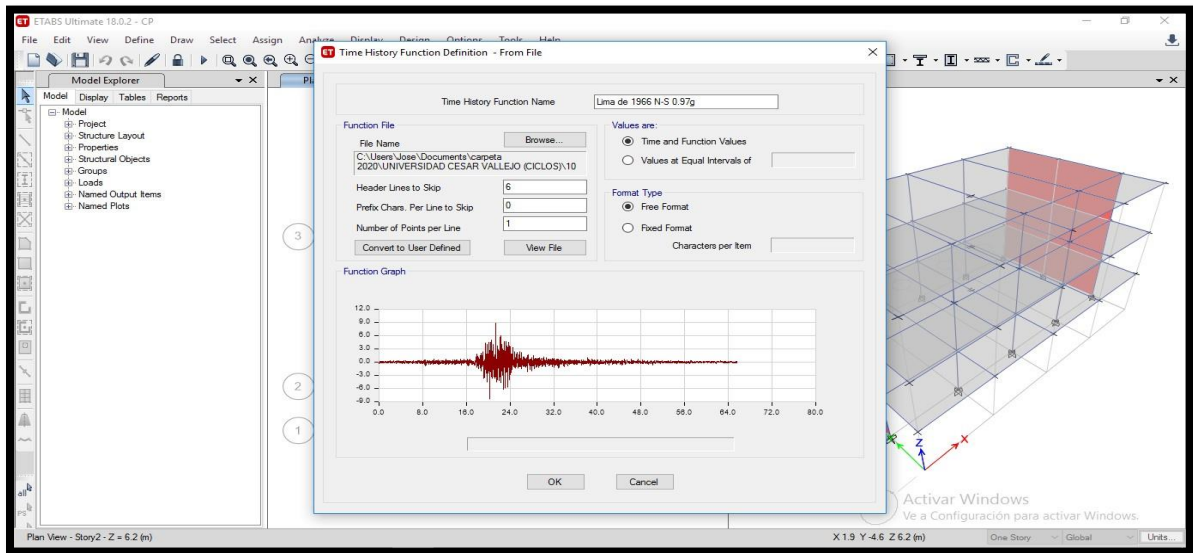


Figura 57. Registro sísmico escalado en el programa ETABS, Lima 1966 N-S.

Fuente: elaboración propia.

4.8.9. Generamos los casos de carga

Estos casos de carga se generan con los sismos registrados en la dirección E-W y N-S que afecta a la estructura. Se detalla la asignación de cargas de sismos en tiempo historia, el intervalo de tiempo y el factor de escala que se dividió con la gravedad.

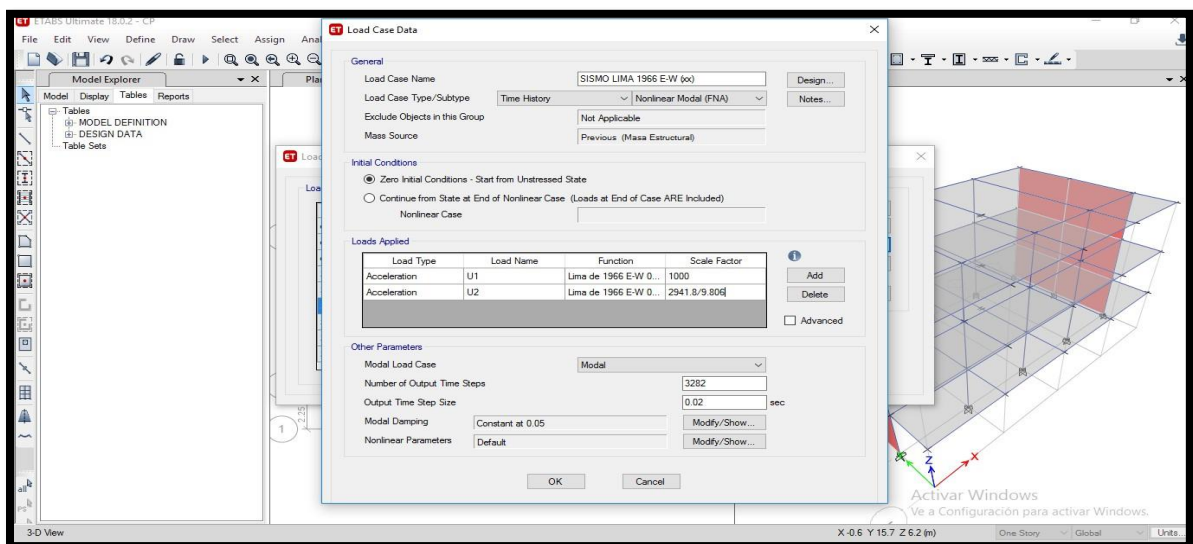


Figura 58. Caso de carga de sismo Lima 1966 E-W.

Fuente: elaboración propia.

Como se detalla en la imagen para el sismo del año de 1966 en el icono **Load Cases** se generó 4 casos de carga en las direcciones (X) y (Y).

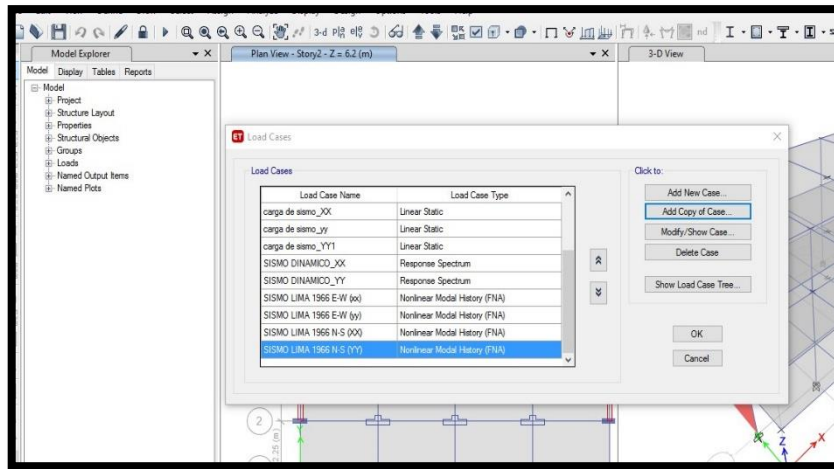


Figura 59. Selección de casos de carga de sismo E-W y N-S.

Fuente: elaboración propia.

La asignación de cada caso se considera para las direcciones:

Este - Oeste actúa en la dirección (X) y (Y) y Norte - Sur actúa en la dirección (X) y (Y).

Para cada sismo se obtendrá casos diferentes y en cada una se generará una distorsión en (X) y (Y). Con el fin de cumplir con la norma E.030 y determinar los desplazamientos que tendrá la estructura, para luego evaluar con el dispositivo de energía de fluido viscoso.

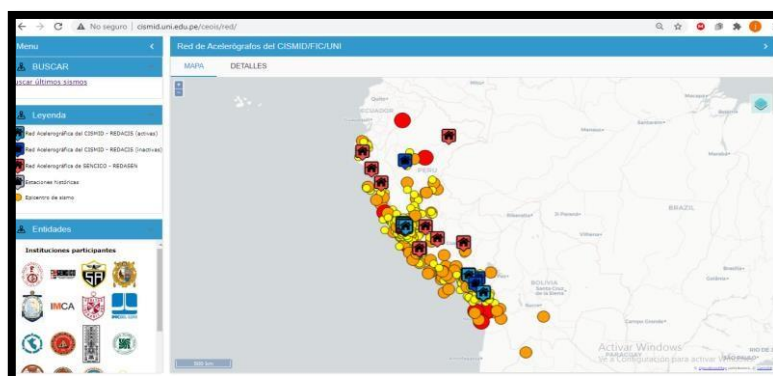


Figura 60. Sismos, ocurridos en la historia del Perú.

Fuente: CISMID

4.8.10. Resultado del Análisis Dinámico Tiempo - Historia

Se observa los resultados de los desplazamientos y las derivadas de cada nivel de piso para el análisis tiempo - historia.

Sismo Lima 1966, Este - Oeste.

Tabla 30. Datos de desplazamiento con función de tiempo historia LIMA 1966 E-W

SISMO - LIMA 1966 EW - 0.825 g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1966 E-W (xx)	58.338	1.205	7.6506	5.2299	3100	20.034	0.0065	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1966 E-W (xx)	38.304	0.79	7.79	5.2723	3100	23.556	0.0076	0.007	NO PASA
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1966 E-W (xx)	14.748	0.339	7.79	5.2723	3100	14.748	0.0048	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story	Diafragma 3	SISMO LIMA 1966 E-W (yy)	17.499	4.024	7.6506	5.2299	3100	1.392	0.0004	0.007	OK
Story	Diafragma 2	SISMO LIMA 1966 E-W (yy)	11.49	2.632	7.79	5.2723	3100	1.501	0.0005	0.007	OK
Story	Diafragma 1	SISMO LIMA 1966 E-W (yy)	4.423	1.131	7.79	5.2723	3100	1.131	0.0004	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Sismo Lima de 1966, Norte-Sur.

Tabla 31. Datos de desplazamiento con función de tiempo historia LIMA 1966 N-S

SISMO - LIMA 1966 NS - 0.97 g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1966 N-S (XX)	58.465	1.143	7.6506	5.2299	3100	19.721	0.0064	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1966 N-S (XX)	38.744	0.746	7.79	5.2723	3100	24.215	0.0078	0.007	NO PASA
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1966 N-S (XX)	14.529	0.322	7.79	5.2723	3100	14.529	0.0047	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA – YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1966 N-S (YY)	17.537	3.796	7.6506	5.2299	3100	1.31	0.0004	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1966 N-S (YY)	11.622	2.486	7.79	5.2723	3100	1.412	0.0005	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1966 N-S (YY)	4.358	1.074	7.79	5.2723	3100	1.074	0.0003	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Sismo de Ancash de 1970, Este - Oeste.

Tabla 32. Datos de desplazamiento con función de tiempo historia ANCASH 1970 E-W

SISMO - ANCASH 1970 EW - 0.855 g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO 1970 ANCAHS E-W (xx)	71.347	1.057	7.6506	5.2299	3100	23.285	0.0075	0.007	NO PASA
Story2	Diafragma 2	SISMO 1970 ANCAHS E-W (xx)	48.062	0.693	7.79	5.2723	3100	29.582	0.0095	0.007	NO PASA
Story1	Diafragma 1	SISMO 1970 ANCAHS E-W (xx)	18.48	0.3	7.79	5.2723	3100	18.48	0.0060	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO 1970 ANCASH E-W (yy)	21.401	3.519	7.6506	5.2299	3100	1.211	0.0004	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO 1970 ANCASH E-W (yy)	14.417	2.308	7.79	5.2723	3100	1.307	0.0004	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO 1970 ANCASH E-W (yy)	5.544	1.001	7.79	5.2723	3100	1.001	0.0003	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Sismo de Ancash de 1970, Norte - Sur.

Tabla 33. Datos de desplazamiento con función de tiempo historia ANCAHS 1970 N-S

SISMO DE ANCASH NS - 0.804 g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO 1970 ANCAHS N-S (XX)	64.158	1.004	7.6506	5.2299	3100	21.444	0.0069	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO 1970 ANCAHS N-S (XX)	42.714	0.656	7.79	5.2723	3100	26.578	0.0086	0.007	NO PASA
Story1	Diafragma 1	SISMO 1970 ANCAHS N-S (XX)	16.136	0.281	7.79	5.2723	3100	16.136	0.0052	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO 1970 ANCAHS N-S (YY)	19.245	3.345	7.6506	5.2299	3100	1.159	0.0004	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO 1970 ANCAHS N-S (YY)	12.812	2.186	7.79	5.2723	3100	1.248	0.0004	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO 1970 ANCAHS N-S (YY)	4.84	0.938	7.79	5.2723	3100	0.938	0.0003	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Sismo de LIMA de 1974, Este - Oeste.

Tabla 34. Datos de desplazamiento con función de tiempo historia LIMA 1974 E-W

SISMO DE LIMA 1974 EW - 0.727 g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1974 E-W (xx)	48.931	1.075	7.6506	5.2299	3100	15.846	0.0051	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1974 E-W (xx)	33.085	0.712	7.79	5.2723	3100	20.351	0.0066	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1974 E-W (xx)	12.734	0.313	7.79	5.2723	3100	12.734	0.0041	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1974 E-W (yy)	14.677	3.588	7.6506	5.2299	3100	1.215	0.0004	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1974 E-W (yy)	9.924	2.373	7.79	5.2723	3100	1.33	0.0004	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1974 E-W (yy)	3.82	1.043	7.79	5.2723	3100	1.043	0.0003	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Sismo de LIMA de 1974, Norte - Sur.

Tabla 35. Datos de desplazamiento con función de tiempo historia LIMA 1974 N-S

SISMO DE LIMA 1974 NS – 0.735 g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1974 N-S (XX)	65.345	1.01	7.6506	5.2299	3100	21.589	0.0070	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1974 N-S (XX)	43.756	0.664	7.79	5.2723	3100	27.08	0.0087	0.007	NO PASA
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1974 N-S (XX)	16.676	0.287	7.79	5.2723	3100	16.676	0.0054	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1974 N-S (YY)	19.601	3.369	7.6506	5.2299	3100	1.158	0.0004	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1974 N-S (YY)	13.125	2.211	7.79	5.2723	3100	1.254	0.0004	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1974 N-S (YY)	5.002	0.957	7.79	5.2723	3100	0.957	0.0003	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

De estos datos calculados del análisis dinámico tiempo - historia, el resultado que se obtuvo para el sismo de 1966 en la dirección (X) E-W, se presentó un desplazamiento en el segundo nivel de 0.0076 y en la dirección N-S se obtuvo una deriva de 0.0078, sobrepasando el rango de 0.007 establecido por la norma E.030.

Se detalla que para el sismo de 1970 en la dirección E-W, se registró un desplazamiento de 0.0075 en el segundo nivel y se identificó que en el tercer nivel se obtuvo una deriva de 0.0095 sobrepasando el rango establecido.

El sismo de 1974 que se añadió en el programa ETABS, se obtuvo una distorsión de 0.0087 en la segunda planta incumpliendo el rango establecido por la normativa.

En la **figura 61**, se presenta un ejemplo del desplazamiento en el centro de masa con el fin de obtener los datos y verificar el cumplimiento con la norma.

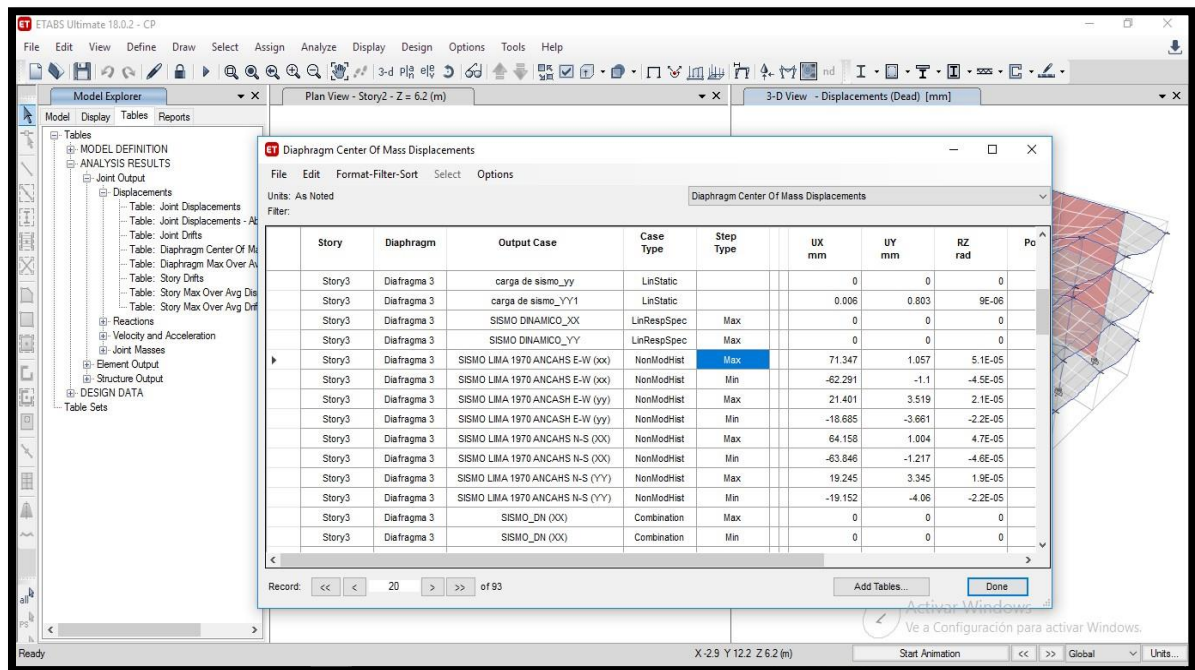


Figura 61. Desplazamiento en el centro de masa con el Tiempo Historia.

Fuente: elaboración propia.

5. Estructura con disipadores de fluido viscoso

Se mostrará los procedimientos que se siguieron para determinar los requerimientos necesarios que definen el comportamiento del dispositivo y su modelamiento.

5.1. Deriva objetivo

Es el factor que se encuentra mediante la división de la deriva máxima y la deriva objetivo, según la norma E.030, se considera la deriva objetivo con un valor de 0.007 para concreto armado.

La deriva máxima es de 0.0095, este resultado se obtuvo del sistema dual con respecto al Análisis Dinámico Tiempo - Historia del sismo de **Ancash de 1970 E-W en la dirección XX**.

Se da la siguiente ecuación:

$$B = \frac{D_{Max}}{D_{Obj}}$$

Deriva máxima

- $D_{Max} = 0.0095$

Deriva Objetivo

- $D_{Obj} = 0.007$

$$B = \frac{0.0095}{0.007} = 1.357 \text{ (Factor de Reducción).}$$

5.2. Cálculo del amortiguamiento efectivo

Con respecto al Factor de respuesta (B), es necesario para determinar el amortiguamiento mediante la fórmula propuesta por Newmark:

$$B = \frac{2.31 - 0.411 \ln(Q_o)}{2.31 - 0.411 \ln(Q_{eff})}$$

El amortiguamiento natural (Q_o), del concreto es 5%, según la normativa sismorresistente es un amortiguamiento inherente para el concreto armado.

Donde:

$B = 1.357$ factor de reducción de respuesta.

$Q_o = 5\%$ (Amortiguamiento Inherente)

$$1.357 = \frac{2.31 - 0.41 \ln(5)}{2.31 - 0.41 \ln(Q_{eff})}$$

$$1.357 (2.31 - 0.41 \ln(Q_{eff})) = 2.31 - 0.41 \ln(5)$$

$$3.1346 - 0.556 \ln(Q_{eff}) = 1.6501$$

$$3.1346 - 1.6501 = 0.556 \ln(Q_{eff})$$

$$1.4845/0.556 = \ln(Q_{eff})$$

$$2.6699 = \ln(Q_{eff})$$

$$Q_{eff} = e^{2.6699}$$

$$Q_{eff} = 15\%$$

5.3. Amortiguamiento Viscoso

Para poder obtener el amortiguamiento viscoso se restará el Q_{eff} (amortiguamiento efectivo) y Q_o (Amortiguamiento Inherente).

$$Q_H = Q_{eff} - Q_o$$

$$Q_H = 15\% - 5\% = 10\%$$

5.4. Consideraciones adicionales

Los fabricantes del disipador de fluido viscoso, recomiendan que para el amortiguamiento viscoso Q_H tiene que estar entre el **20% y 40%** para cumplir con su respectivo diseño.

Para obtener desplazamientos menores del 7% propuesta por la norma E.030, se trabajará con Q_H de 25%.

$$Q_H = 25\%$$

En consecuencias se dará el amortiguamiento efectivo:

$$Q_{eff} = Q_H + 5\% = 30\%$$

Despejamos el factor de reducción Q_H :

$$B = \frac{2.31 - 0.411 \ln(5\%)}{2.31 - 0.411 \ln(30\%)}$$

$$B = 1.8024$$

Obteniendo la reducción de respuesta se alcanzaría la deriva esperada considerando un Q_H de 25%:

$$B = \frac{D_{Max}}{D_{esperada}}$$

$$D_{esperada} = \frac{9.5}{1.8024}$$

$$D_{esperada} = 5.2707$$

5.5. Cálculo de las propiedades del disipador

Este procedimiento plantea la disposición diagonal debido a la ventaja de reducción de las derivas de los entrepisos, luego se calculará la rigidez del brazo metálico del DFV y el coeficiente de amortiguamiento.

5.6. Cálculo de la rigidez

Se inicia la interacción y el estudio que se ha considerado para el perfil del brazo metálico estándar. Se definió el valor (k) que es la rigidez del brazo metálico que une el disipador con el nudo de la estructura.

Para este estudio se utilizó el siguiente perfil de, HSS 20.09 - HSS 10.00.



Figura 62. Detalle del brazo metálico.

Tabla 36. Perfil circular tipo HSS 20.09 - HSS 10.00

Perfil HSS 20.09 - HSS 10.00									
Forma	Diseño espesor	Área (in ²)	D/t	I (in ⁴)	S (in ³)	R (in)	Z (in ³)	J (in ⁴)	C (in ³)
HSS 20.00 x 0.375	0.349	21.5	57.3	1040	104	6.95	135	2080	208

Fuente. elaboración propia.

Obteniendo el perfil y la geometría de la estructura se procede a calcular “K”.

$$K = \frac{E \times A}{L}$$

$$E \text{ acero} = 29000 \text{ KSI} = 20.4 \times 10^6 = 20400000 \text{ tn/m}^2$$

$$\text{Área} = 21.5 \text{ pulg (in)} = 21.5 \times (0.0254)^2 = 0.0138794 \text{ m}^2$$

La longitud del brazo metálico (L) se detalla en la figura 61 Se muestra los valores, correspondidos y se consideró una longitud mínima del 0.5 m para el dissipador.

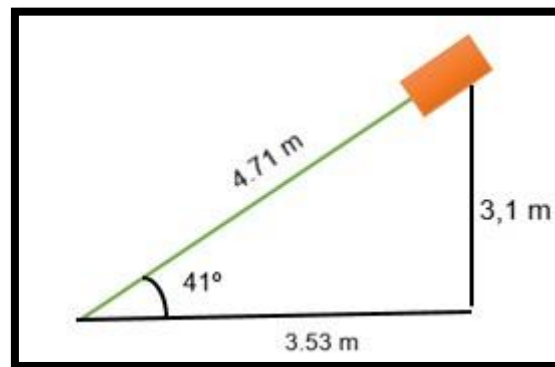


Figura 63. Distancia del brazo metálico.

Fuente: elaboración propia.

La longitud del brazo metálico es de 4.71m - 0.5m = 4.21m

Esta longitud es requerida para hallar el C_r

Con este análisis obtendremos la rigidez del dissipador, se detalla en siguiente tabla:

Tabla 37. Determinación de la ecuación mediante la rigidez

		En metros	
Módulo de Elasticidad Ec (Acero)	29000 ksi	20400000	tn/m2
Área (A)	21.5 Pulg (in)	0.01387094	m2
Longitud del Perfil	4.21 m		
Pulg (in)	0.0254		
$K = \frac{EA}{L}$	=	67213	tonf/m

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que el perfil mayor **HSS**, se puede emplear para el diseño del dispositivo, es de 110 kip y 165 kip, debido a que los perfiles con mayor dimensión pueden entrecruzarse.

5.7. Cálculo del coeficiente de amortiguamiento

De acuerdo al análisis que se consideró para el exponente de velocidad “ α ” es de 0.5, por tratarse de un caso no lineal y el parámetro “ λ ” es de 3.5, una vez definido este parámetro se aplica en la siguiente ecuación:

$$Q_H = \frac{\sum_j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}{2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2}$$

$$C_J = \frac{(2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2) Q_H}{\sum_j \lambda \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}$$

Se requiere hallar el C_J para obtener el diseño correspondiente del dispositivo, las descripciones de cada ecuación están descritas en el marco teórico referente al tema relacionado.

5.7.1. Coeficiente de amortiguamiento no lineal en la dirección Y-Y

Se detalla los cálculos correspondientes de cada ecuación:

Q_{eff} = 25 % de amortiguamiento efectivo

B_0 = Según (ASCE 17 - 2016) especifica que para el diseño del disipador el amortiguamiento inherente (amortiguamiento propio de la estructura), debe ser del 5 %.

Al obtener los valores de Q_{eff} , B_0 se restará, para obtener el amortiguamiento viscoso que va a requerir el dispositivo como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 38. *Valores de amortiguamiento*

Amortiguamiento Efectivo	30%
Amortiguamiento inherente (ASCE 17-2016)	5%
Amortiguamiento Viscoso β_H	25%

Fuente: elaboración propia.

Con respecto al ángulo de inclinación se obtuvo mediante el programa AutoCAD con un modelamiento.

Tabla 39. *Ángulo de inclinación del disipador*

Ángulo de inclinación (Nivel 01)	41
Ángulo de inclinación (Nivel 02 - 03)	41

Fuente: elaboración propia.

5.7.2. Detalle de (mi) para cada nivel de piso (X) y (Y)

Se detalla la sumatoria masa desde el primer nivel hasta el tercer nivel, con el fin de multiplicar el (desplazamiento modal) ϕ_i^2 .

Tabla 40. *Masa de la estructura*

NIVEL	MASA (Tonf-s2/m) UX	MASA (Tonf-s2/m) UY
Story3	15.84	15.84
Story2	22.29	22.29
Story1	22.29	22.29
Base	3.81	3.81

Fuente: elaboración propia.

5.7.3. Frecuencia angular del sistema

Periodo fundamental de vibración de la estructura, se presenta los datos para hallar la frecuencia angular.

$$T = 0.304$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{1}{0.304} = 3.289$$

Se tendrá:

$$W = 2 * \pi * 3.289 = 20.665 \text{ (rad/s)}$$

Tabla 41. Datos necesarios para la hallar la frecuencia angular

Periodo de la estructura T	0.304
Frecuencia (1/T)	3.289
Frecuencia Angular W=2*pi*f	20.665

Fuente: elaboración propia.

5.7.4. Desplazamiento relativo $\phi_{rj}^{1+\alpha}$ entre ambos extremos

Para el factor r y j se ha considerado 2 tipos de nodos, que son **nodo 35** y **nodo 47**, presentan deformaciones en la parte inferior, donde estará ubicado los dispositivos junto con su desplazamiento.

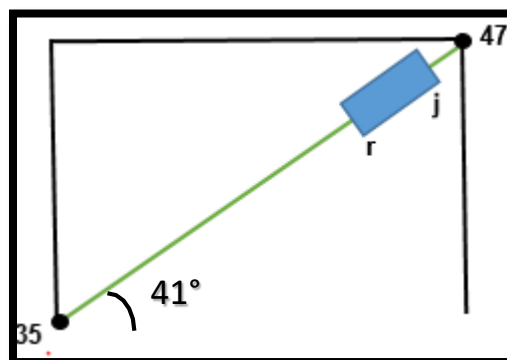


Figura 64. Desplazamiento de la cámara r y j.

Fuente: elaboración propia.

Obteniendo los nodos, se obtiene los desplazamientos en el nivel superior.

En la siguiente tabla se aprecia los resultados requeridos:

Tabla 42. Nodos de deformación de cada nivel

Piso	Modo	Nodo 35	Nodo 47	Φ_{rj}	Φ_{rj} (m)
Story3	1	71.5	71.3	23.13	0.023
Story2	1	48.171	48.031	29.50	0.030
Story1	1	18.53	18.466	18.47	0.018
Base	1	0.00	0.00	0.00	

Fuente: elaboración propia.

Para obtener los resultados r y j se debe de restar el nodo 35 - nodo 47.

5.7.5. Desplazamiento modal ϕ_j^2 (Primer modo de vibración)

Se halla el desplazamiento entre la diferencia de la deformación de la masa con respecto al nivel (**N**). Para obtener (Φ_i), se utilizó el sismo Ancash 1970 E-W en la dirección (**X**), debido a que presenta mayor deformación en los niveles de cada piso. En la siguiente tabla se detalla el resultado obtenido del $(\phi+1)$ mm y el Φ_{rj} .

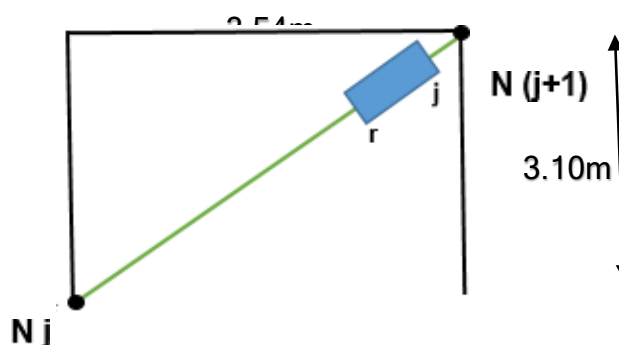


Figura 65. Desplazamiento del dispositivo en los niveles.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 43. Resultado del desplazamiento modal Φ_i y relativo

Piso	Desplazamiento modal (Φ_i) en mm	(Φ_i+1) mm	Φ_{rj}	En (m)	(Φ_i) en Metros
			Desplazamiento Modal relativo		
Story3	71.347	48.062	23.285	0.023285	0.071347
Story2	48.062	18.48	29.582	0.029582	0.048062
Story1	18.48	0.00	18.48	0.01848	0.01848
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia.

Este resultado obtenido es con respecto al nivel de **N (j+1)** y **N j**.

5.7.6. Resultado del ángulo de inclinación y desplazamiento modal relativo

Respeto al ángulo del disipador se detalla en la **tabla 40**, el exponente (*a*) tiene un valor de 0.5.

Tabla 44. Resultado ángulo, masa, desplazamiento relativo y modal

Nivel	cos θ	$\cos\theta^{(1+\alpha)} * \Phi_{rj}^{(1+\alpha)}$	$m * \Phi_i^2$
Story3	0.000	0.0000	0.081
Story2	0.755	0.0033	0.051
Story1	0.755	0.0016	0.008
Base		0.005	0.140

Fuente: elaboración propia.

5.7.7. Amplitud de desplazamiento Droof (ASCE 7-10)

Con respecto a este análisis, es necesario obtener la pseudo aceleración, el factor de la gravedad, el periodo, el amortiguamiento de tipo viscoso y el factor modal **r1**.

$$\mathbf{Droof} = \left(\frac{g}{4\pi^2}\right) r_{1x} \frac{S_d 1.T 1D}{B1D}$$

- **Factor de gravedad**

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

- **Pseudo aceleración**

$$\frac{Z.S.U.C}{R} = 0.2531 \text{ cte.}$$

- **Periodo de sismo de diseño**

$$T = 0.304$$

- **Amortiguamiento tipo viscoso**

Para obtener B1 se deberá tabular para obtener el siguiente resultado:

$$B1 = 1.95$$

Effective Damping, β (percentage of critical)	B_{V+I} , B_{1D} , B_{1E} , B_R , B_{1M} , B_{mD} , B_{mM} (where period of the structure $\geq T_0$)
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.8
40	2.1
50	2.4
60	2.7
70	3.0
80	3.3
90	3.6
≥ 100	4.0

Figura 66. Amortiguamiento eficaz.

Fuente: ASCE 7 - 10, 2013.

5.7.8. Factor modal r_1

Para obtener este análisis se deberá emplear la siguiente formula:

$$r_1 = \frac{W_m}{\sum_1^n = 1 W_i \Phi_{im}}$$

Se deberá obtener el desplazamiento que tiene la estructura y lo convertimos a metros.

Tabla 45. Desplazamiento de la estructura

Desplazamientos	
mm	m
71.347	0.071347
48.062	0.048062
18.48	0.01848
0	0

Fuente: elaboración propia.

Obteniendo el desplazamiento y la masa de cada nivel de piso se pasará a multiplicar ($w_i * \Phi_{im}$).

Tabla 46. Resultados del ($w_i * \Phi_{im}$)

	MASA NIVEL	DESPLAZAMIENTO	
NIVEL	W_i (tonf-s ² /m)	Φ_{im}	($w_i * \Phi_{im}$)
Story3	15.84	0.071347	1.1301
Story2	22.29	0.048062	1.0713
Story1	22.29	0.01848	0.4119
Base	3.81	0.0000	0.0000

Fuente: elaboración propia.

Se obtiene una sumatoria total de 2.6134 m.

Pasando al desarrollo del (Wm) se necesita aplicar la siguiente ecuación:

$$Wm = \frac{(\sum_1^n = 1 Wi\Phi_{im})^2}{\sum_1^n = 1 Wi\Phi_{im}^2}$$

Tabla 47. Resultado de la masa y desplazamiento de cada nivel

NIVEL	Wi	(Φ_{im}) ²	(Wi)*(Φ_{im}) ²
Story3	15.84	0.005090	0.080631847
Story2	22.29	0.002310	0.051488916
Story1	22.29	0.000342	0.007612267
Base	3.81	0.000000	0

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo una sumatoria de 0.1397 m con respecto [(Wi)*(Φ_{im})²]

Al obtener estos resultados se remplazará en la ecuación siguiente:

$$Wm = \frac{(2.6134)^2}{0.1397}$$

$$Wm = 48.8763$$

Una vez obtenido el valor de Wm se podrá remplazar en la fórmula original para obtener el factor modal.

$$r1 = \frac{48.8763}{2.6134}$$

$$r1 = 18,7025$$

Teniendo todos los resultados, se colocó en la fórmula de amplitud:

$$Droof = \left(\frac{9.81}{4\pi^2}\right) 18,7025 \times \frac{0.2531 \times 0.304}{1.95}$$

$$Droof = 0.1833$$

De acuerdo al amortiguamiento efectivo, se haya la siguiente ecuación faltante y se puede detallar en las siguientes tablas.

Tabla 48. Resultado de la amplitud, periodo del sistema y modo de vibración

$\omega^{(2-\alpha)}$	93.96355
$A^{(1-\alpha)}$	0.428
λ	3.5
Amplitud	0.183

Fuente: elaboración propia.

Hallando todos los parámetros que nos solicita la fórmula del coeficiente, podemos reemplazar y obtener el siguiente resultado:

$$C_J = \frac{(2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2) Q_H}{\sum_j \lambda \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}$$

Tabla 49. Resultado del coeficiente de amortiguamiento

ΣC_j	609.298
# Niveles con dispositivos	3
Total, para la estructura (3 Niveles)	1827.893
Colocados en los 3 Niveles	609.30
04 dispositivos - C (Coef. Amortiguamiento)	152.32

Fuente: elaboración propia.

Los 3 niveles de la estructura se colocan con su respectivo disipador diagonal en la dirección (Y), dos en la parte frontal y en la parte posterior. Por ende, quedaría como un amortiguamiento unitario de la estructura.

Este análisis se realiza para el diseño, con el fin de modelarlo en el programa ETABS y observar cómo se comporta.

5.8. Parámetros para el modelamiento del disipador de fluido viscoso

Obteniendo los datos requeridos como la rigidez, el exponente y el coeficiente de amortiguamiento, podemos diseñar el disipador y hacer un respectivo análisis en la dirección Y-Y, con el fin de reducir las derivas máximas que se presentan en la estructura.

Tabla 50. Resultados, parámetros para el D.F.V

Resultados para el diseño del disipador	
Σ Coeficiente de amortiguamiento	609.298
Exponente de velocidad	0.5
Rigidez	67213

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante ecuaciones, se le añadirá al programa ETABS para su respectivo modelaje.

5.9 Procedimiento para modelar el disipador en el programa ETABS (no lineal)

Se deberá ir al icono de **Define**, luego a **section properties** y por último seleccionar **link/support properties** como se detalla en la siguiente figura.

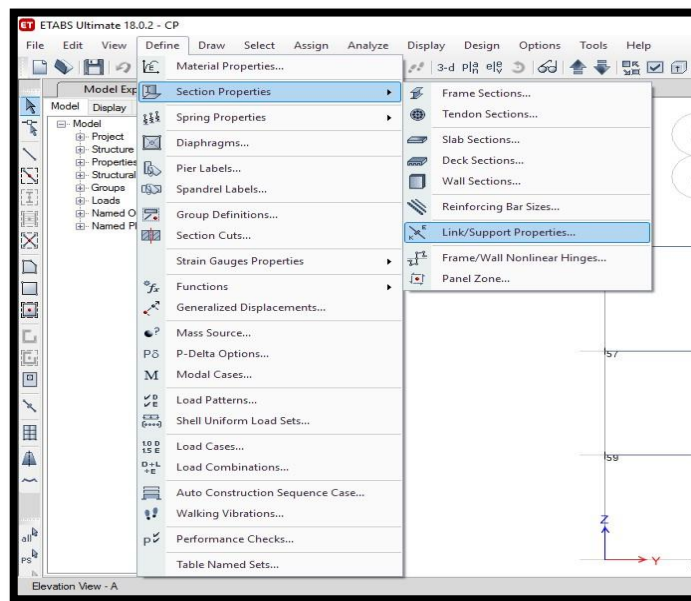


Figura 67. Pasos para crear el disipador en el programa ETABS.

Fuente: elaboración propia.

Realizado estos pasos se presentará en un cuadro de diseño, para colocar los datos requeridos para el respectivo modelamiento.

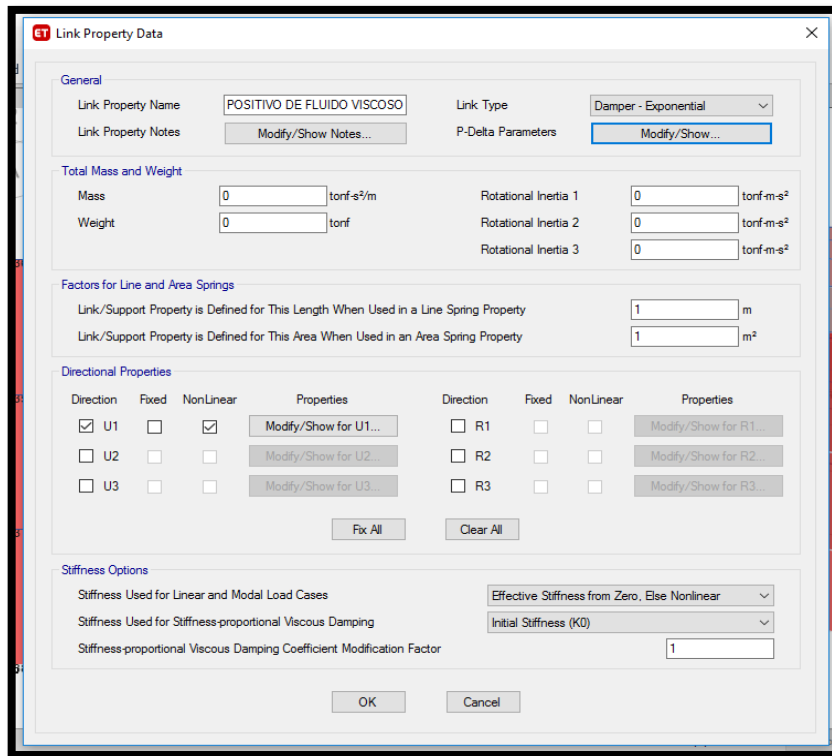


Figura 68. Cálculos ingresados al programa ETABS en la dirección Y-Y.

Fuente: elaboración propia.

Como se detalla en la imagen se ha definido el exponente (α) con el nombre de **Damper- Exponential**, con respecto a su **Directional properties**, se seleccionó el eje axial U1 que corresponde a la dirección Z para los dispositivos tipo link, se detalla en la imagen para el eje axial para los disipadores.

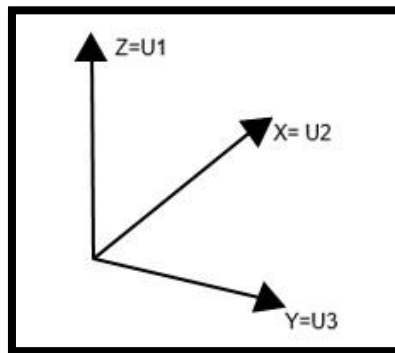


Figura 69. Eje axial tipo link.

Fuente: elaboración propia.

En la **figura 69**, representa la dirección que tiene el disipador de fluido viscoso con respecto a su colocación.

Detalle de los ejes de la estructura.

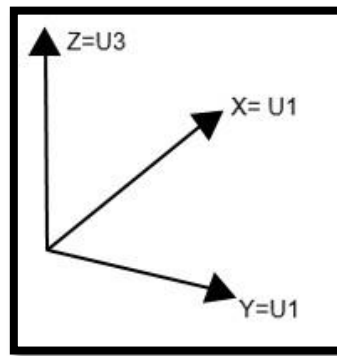


Figura 70. Coordenadas de ejes de la estructura.

Fuente: elaboración propia.

Representa la dirección de la edificación sin los dispositivos correspondiente, el cual se puede detallar en el mismo software.

5.9. Ingreso de resultados y modelado de los dispositivos

Se ingresará los resultados en **stiffness**, **damping** y **damping exponent**, con el fin de obtener el diseño adecuado.

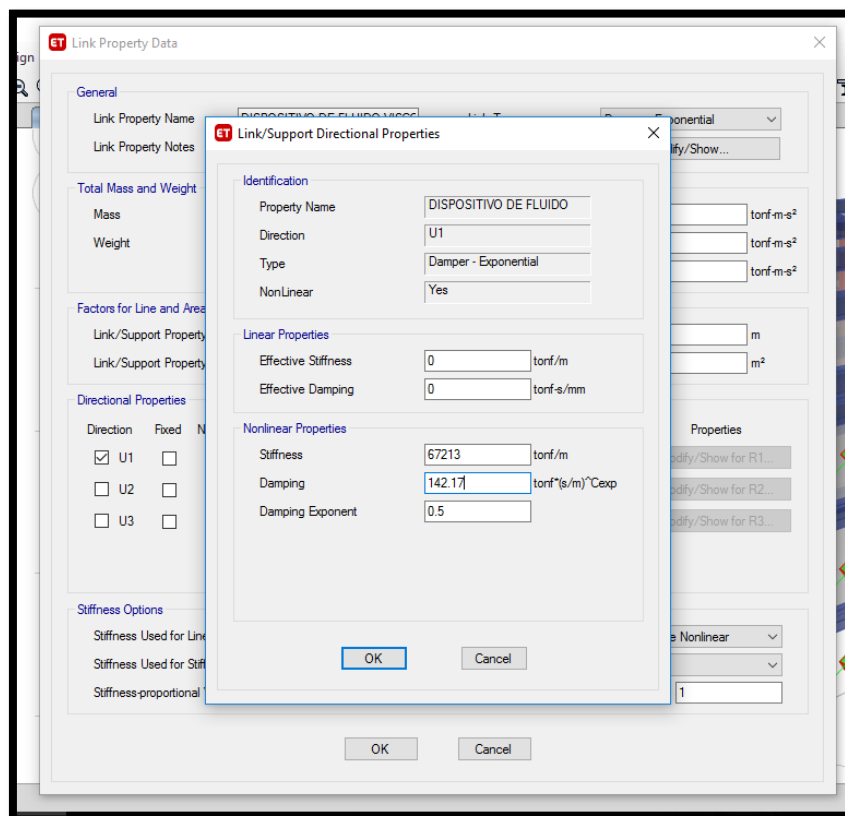


Figura 71. Parámetros de los disipadores de fluido viscoso.

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la **figura 71**, se obvia la casilla **linear properties**, debido a que pertenece a un diseño lineal.

Se detalla el dissipador de fluido viscoso diagonal en los 3 niveles del pabellón E, se puede apreciar en la vista frontal y en el modelaje en 3D.

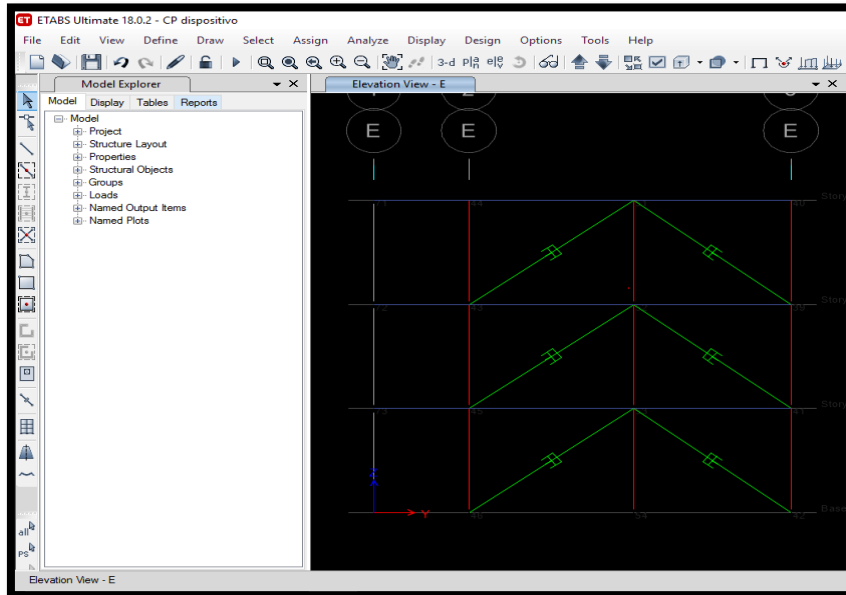


Figura 72. Vista en plano de elevación.

Fuente: elaboración propia.

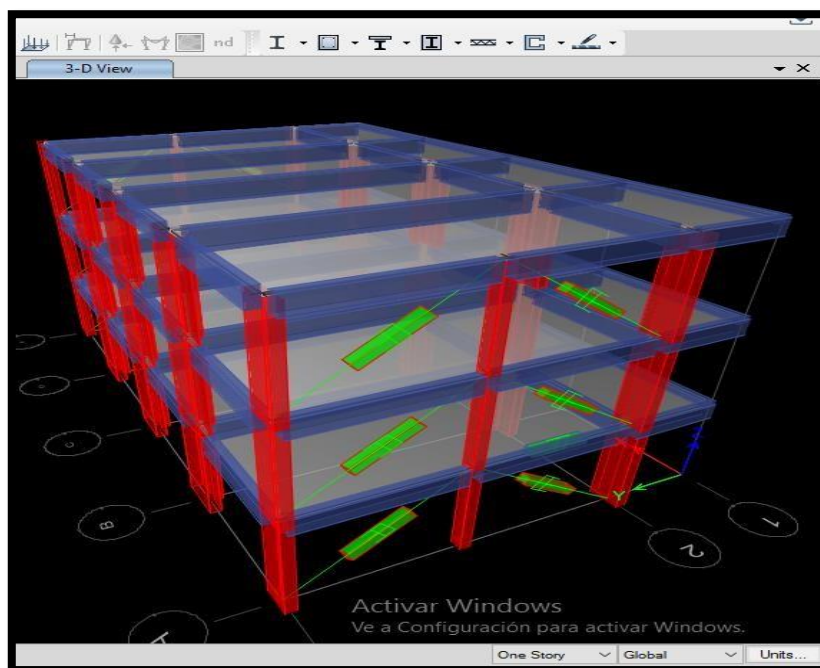


Figura 73. Modelamiento visto en 3D.

Fuente: elaboración propia.

6. Análisis Dinámico Modal espectral con disipadores diagonales

6.1. Modos de vibración

Se utilizó 9 modos de vibración para el análisis de la masa participativa, se detalla en la **tabla 51** los porcentajes y los nueve periodos de vibración.

Tabla 51. Modos y masas participativas de la estructura con disipadores diagonales

ESTRUCTURA CON DISIPADORES DIAGONALES					
Modos	Periodo	Masa part X	Masa part Y	summary masa X	summary masa y
1	0.527	0%	86%	0%	86%
2	0.352	13%	0%	13%	86%
3	0.271	68%	0%	81%	86%
4	0.166	0%	11%	81%	97%
5	0.103	2%	0%	83%	97%
6	0.097	0%	3%	83%	100%
7	0.075	13%	0%	96%	100%
8	0.055	0%	0%	96%	100%
9	0.038	4%	0%	100%	100%

Fuente: elaboración propia.

Si bien el resultado no es grande, el modo fundamental es la de traslación Y, luego está el modo de traslacional en X y por último el modo rotacional.

En la dirección Z no presenta rotaciones indeseadas ya que se ha logrado una distribución simétrica.

Se aprecia que los periodos son casi iguales a la estructura sin disipadores (**ver tabla 22**), esto se genera a que el dispositivo no incrementa la rigidez de la estructura como si lo hace el sistema dual.

6.2. Resultados de reducción por amortiguamiento

Se reduce el espectro inelástico, dividiendo el resultado con el factor de amortiguamiento **B = 1.95**, con el fin de reducir el espectro y luego compararlo.

Tabla 52. Reducción por amortiguamiento

Desplazamientos en el centro de masa - xx - espectro reducido por c											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	ESPECTRO REDUCIDO X-X	16.147	0.35	7.6385	5.1579	3100	5.383	0.0017	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	ESPECTRO REDUCIDO X-X	10.764	0.227	7.79	5.1715	3100	6.665	0.0022	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	ESPECTRO REDUCIDO X-X	4.099	0.096	7.79	5.1715	3100	4.099	0.0013	0.007	OK

Desplazamientos en el centro de masa - yy - espectro reducido por c											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	ESPECTRO REDUCIDO Y-Y	4.844	1.167	7.6385	5.1579	3100	0.411	0.00013	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	ESPECTRO REDUCIDO Y-Y	3.229	0.756	7.79	5.1715	3100	0.436	0.00014	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	ESPECTRO REDUCIDO Y-Y	1.23	0.32	7.79	5.1715	3100	0.32	0.00010	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

En la **figura 74**, se aprecia la comparación entre el nivel inelástico con el amortiguamiento reducido, con el fin de ver la comparación, también se puede detallar que la distorsión se genera en la estructura y cumple con los requisitos que nos recomienda la norma.

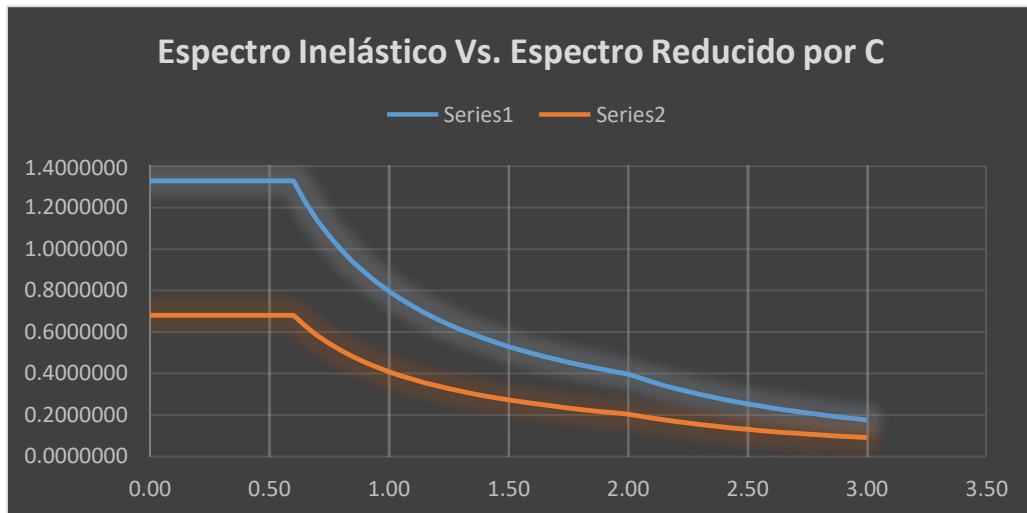


Figura 74. Espectro Inelástico Vs. Espectro Reducido por C.

Fuente: elaboración propia.

7. Análisis Dinámico Tiempo – Historia, Disipadores de fluido viscoso

Realizado el modelamiento y la disposición de los disipadores de fluido viscoso se le asigna los parámetros a la estructura, introduciendo los sismos de Lima de 1966, Ancash de 1970 y Lima de 1974, se le asignando al programa ETABS (no lineal).

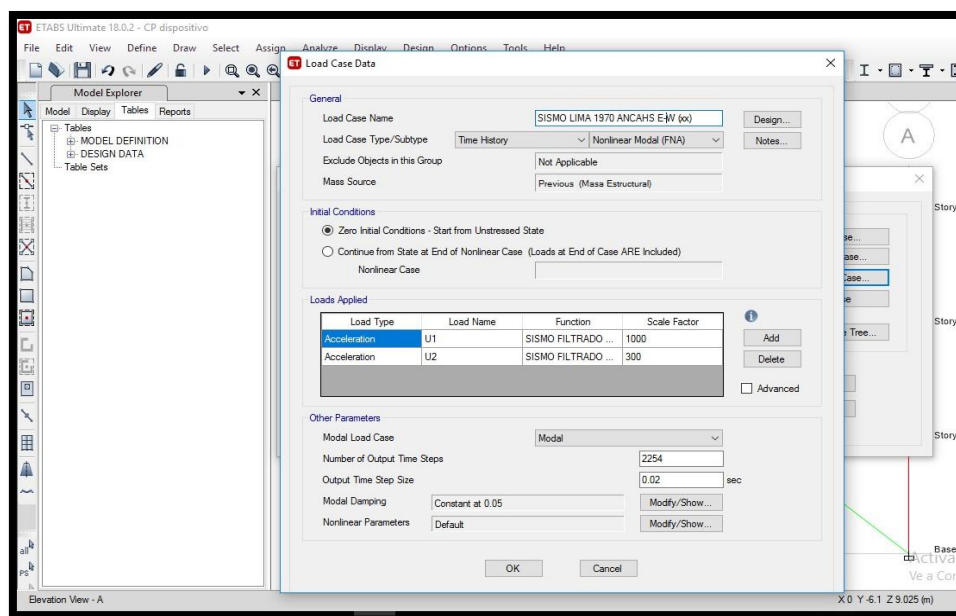


Figura 75. Variación del tipo de carga no lineal al sismo de diseño.

Fuente: elaboración propia.

7.1. Resultados de los desplazamientos de la estructura con los disipadores de fluido viscoso (diagonales).

Se da paso a los resultados, para obtener el desplazamiento que tiene la estructura frente a sismos severos, el cual fue escalado y explicado en el título **(4.8.1. Escalamiento de ACELEROGRAMAS)**.

Para este cálculo se está considerando el diseño de los disipadores de fluido viscoso, en el cual se verá, si reduce los desplazamientos o cumple con la deriva objetivo.

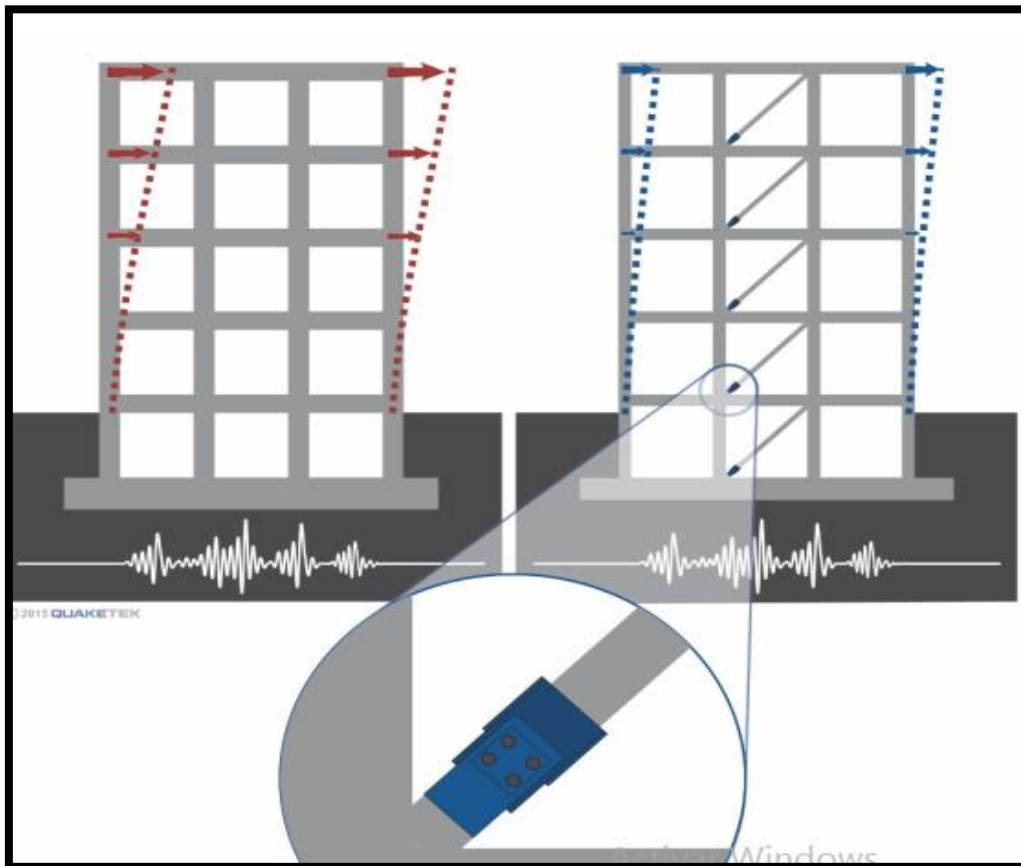


Figura 76. Desplazamiento de la estructura con disipadores diagonales.

Fuente: Empresa QUAKETEK, 2020.

En la **figura 76**, se aprecia el desplazamiento que tiene la estructura Vs. Con disipadores, el cual se puede observar que se genera poco desplazamiento lateral con los disipadores.

Lima 1966 sismo, Este - Oeste.

Tabla 53. Sismo de 1966, desplazamiento E-W con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y)

SISMO - LIMA 1966 EW - 0.825g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1966 E-W (XX)	46.307	4.769	7.6225	5.0629	3100	15.748	0.0051	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1966 E-W (XX)	30.559	4.262	7.79	5.0261	3100	18.72	0.0060	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1966 E-W (XX)	11.839	2.393	7.79	5.0261	3100	11.839	0.0038	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1966 E-W (YY)	14.82	18.308	7.6225	5.0629	3100	2.522	0.0008	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1966 E-W (YY)	9.941	15.786	7.79	5.0261	3100	7.211	0.0023	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1966 E-W (YY)	3.834	8.575	7.79	5.0261	3100	8.575	0.0028	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Lima 1966 sismo, Norte - Sur.

Tabla 54. Sismo de 1966, desplazamiento N-S con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y)

SISMO - LIMA 1966 NS - 0.97g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1966 N-S (XX)	43.763	3.619	7.6225	5.0629	3100	14.217	0.0046	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1966 N-S (XX)	29.546	3.275	7.79	5.0261	3100	18.088	0.0058	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1966 N-S (XX)	11.458	1.908	7.79	5.0261	3100	11.458	0.0037	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1966 N-S (YY)	13.275	19.916	7.6225	5.0629	3100	2.322	0.0007	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1966 N-S (YY)	8.754	17.594	7.79	5.0261	3100	8.048	0.0026	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1966 N-S (YY)	3.386	9.546	7.79	5.0261	3100	9.546	0.0031	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Ancash 1970 sismo, Este - Oeste.

Tabla 55. Sismo de 1970, desplazamiento E-W con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y)

SISMO - ANCASH 1970 EW – 0.855g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO ANCASH 1970 E-W (XX)	51.816	3.965	7.6225	5.0629	3100	17.215	0.0056	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO ANCASH 1970 E-W (XX)	34.601	3.513	7.79	5.0261	3100	21.329	0.0069	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO ANCASH 1970 E-W (XX)	13.272	1.91	7.79	5.0261	3100	13.272	0.0043	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO ANCASH 1970 E-W (YY)	14.82	18.308	7.6225	5.0629	3100	2.522	0.0008	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO ANCASH 1970 E-W (YY)	9.941	15.786	7.79	5.0261	3100	7.211	0.0023	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO ANCASH 1970 E-W (YY)	3.834	8.575	7.79	5.0261	3100	8.575	0.0028	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Ancash 1970 sismo, Norte - Sur.

Tabla 56. Sismo de 1970, desplazamiento N-S con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y)

SISMO - ANCASH 1970 NS – 0.804g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO ANCASH 1970 N-S (XX)	45.362	3.562	7.6225	5.0629	3100	15.496	0.0050	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO ANCASH 1970 N-S (XX)	29.866	3.182	7.79	5.0261	3100	18.357	0.0059	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO ANCASH 1970 N-S (XX)	11.509	1.8	7.79	5.0261	3100	11.509	0.0037	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO ANCASH 1970 N-S (YY)	13.275	19.916	7.6225	5.0629	3100	2.322	0.0007	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO ANCASH 1970 N-S (YY)	8.754	17.594	7.79	5.0261	3100	8.048	0.0026	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO ANCASH 1970 N-S (YY)	3.386	9.546	7.79	5.0261	3100	9.546	0.0031	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Lima 1974 sismo, Este - Oeste.

Tabla 57. Sismo de 1974, desplazamiento E-W con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y)

SISMO - LIMA 1974 EW 0.727g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1974 E-W (XX)	42.352	6.039	7.6225	5.0629	3100	13.074	0.0042	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1974 E-W (XX)	29.278	5.441	7.79	5.0261	3100	17.582	0.0057	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1974 E-W (XX)	11.696	3.008	7.79	5.0261	3100	11.696	0.0038	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1974 E-W (YY)	12.594	32.259	7.6225	5.0629	3100	4.35	0.0014	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1974 E-W (YY)	8.714	27.909	7.79	5.0261	3100	13.267	0.0043	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1974 E-W (YY)	3.481	14.642	7.79	5.0261	3100	14.642	0.0047	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

Lima 1974 sismo, Norte - Sur.

Tabla 58. Sismo de 1974, desplazamiento N-S con disipadores de fluido viscoso diagonales (X) Y (Y)

SISMO - LIMA 1974 NS 0.735g											
DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - XX											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1974 N-S (XX)	43.002	4.859	7.6225	5.0629	3100	13.708	0.0044	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1974 N-S (XX)	29.294	4.294	7.79	5.0261	3100	17.804	0.0057	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1974 N-S (XX)	11.49	2.345	7.79	5.0261	3100	11.49	0.0037	0.007	OK

DESPLAZAMIENTOS DEL CENTRO DE MASA - YY											
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	X	Y	Altura	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma	Verificación
			mm	mm	m	m	mm	mm		E030	
Story3	Diafragma 3	SISMO LIMA 1974 N-S (YY)	12.528	23.998	7.6225	5.0629	3100	3.109	0.0010	0.007	OK
Story2	Diafragma 2	SISMO LIMA 1974 N-S (YY)	8.555	20.889	7.79	5.0261	3100	9.748	0.0031	0.007	OK
Story1	Diafragma 1	SISMO LIMA 1974 N-S (YY)	3.363	11.141	7.79	5.0261	3100	11.141	0.0036	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

7.2. Comportamiento histórico de los disipadores

Los disipadores generan gráficas sobre su comportamiento histerético, que es la interacción mediante el dispositivo y el desplazamiento, con el objetivo de mostrar el comportamiento elíptico y saber si su ubicación es el correcto.

Sismo de Lima 1966 con disipadores K3.

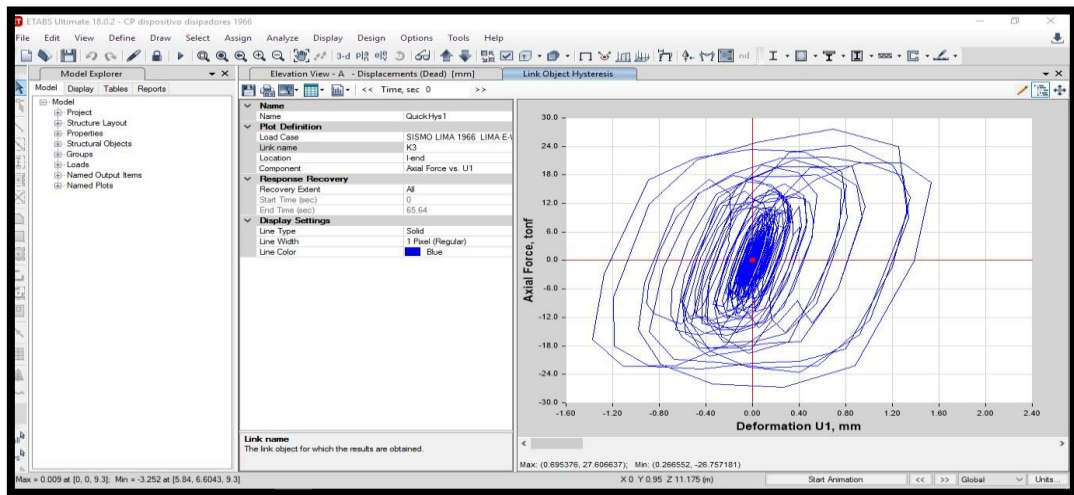


Figura 77. Curva histerética K3.

Fuente: elaboración propia.

Sismo de Ancash 1970 con disipadores K6.

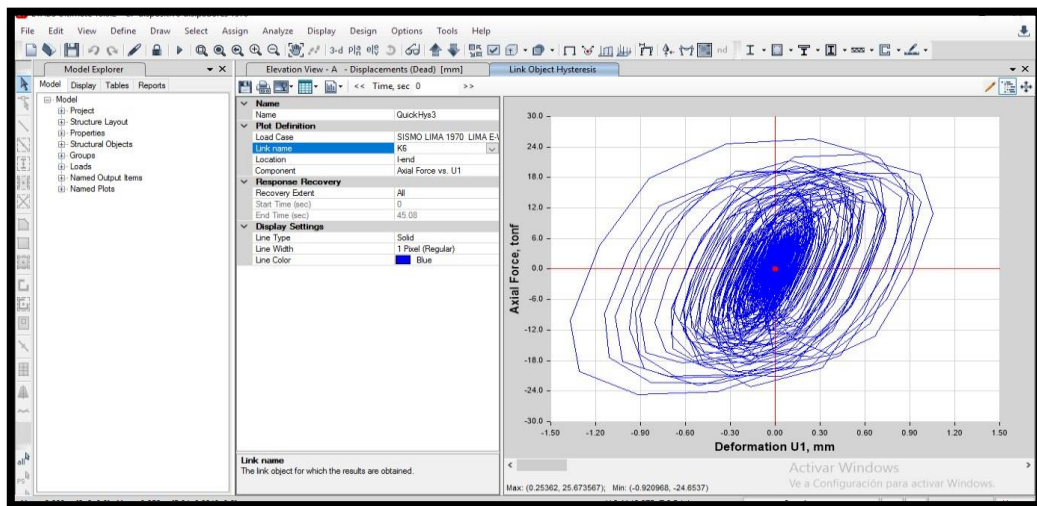


Figura 78. Curva histerética K6.

Fuente: elaboración propia.

Sismo de Lima 1974 con disipadores K10.

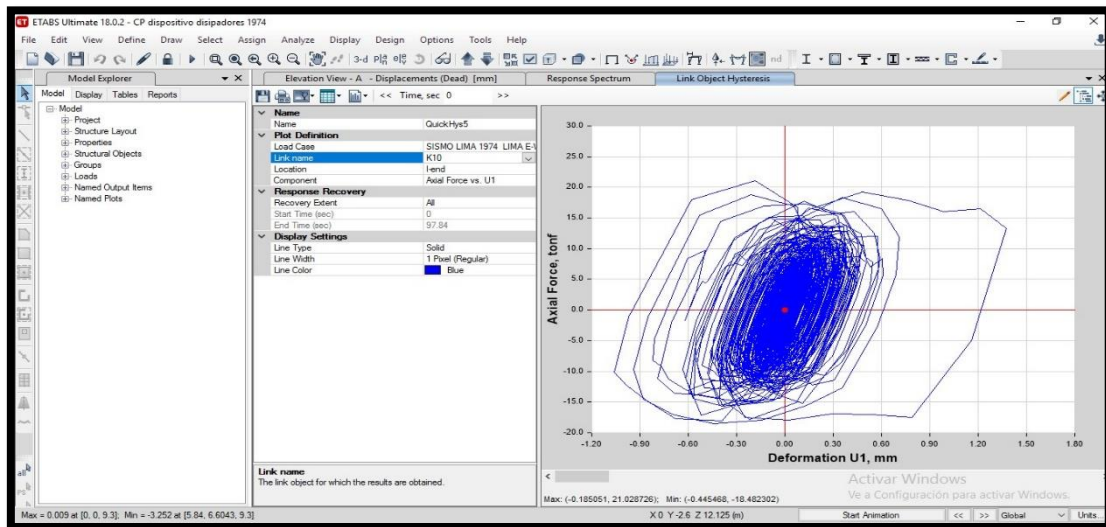


Figura 79. Curva histerética K10.

Fuente: elaboración propia.

En las imágenes se nos detallan las curvas histeréticas que están definidas como disipadores de fluido viscoso no lineales. Se genera un incremento de amortiguamiento interno, disminuyendo los desplazamientos laterales.

7.3. Conservación de energía

La energía que entra a la estructura es disipada mediante energía de calor, se puede comprobar mediante la reducción de los elementos estructurales.

Cálculo del porcentaje de la disipación, con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ disipación de energía} = \frac{\text{E. del sistema de disipación}}{\text{E. de entrada de sismo}}$$

:

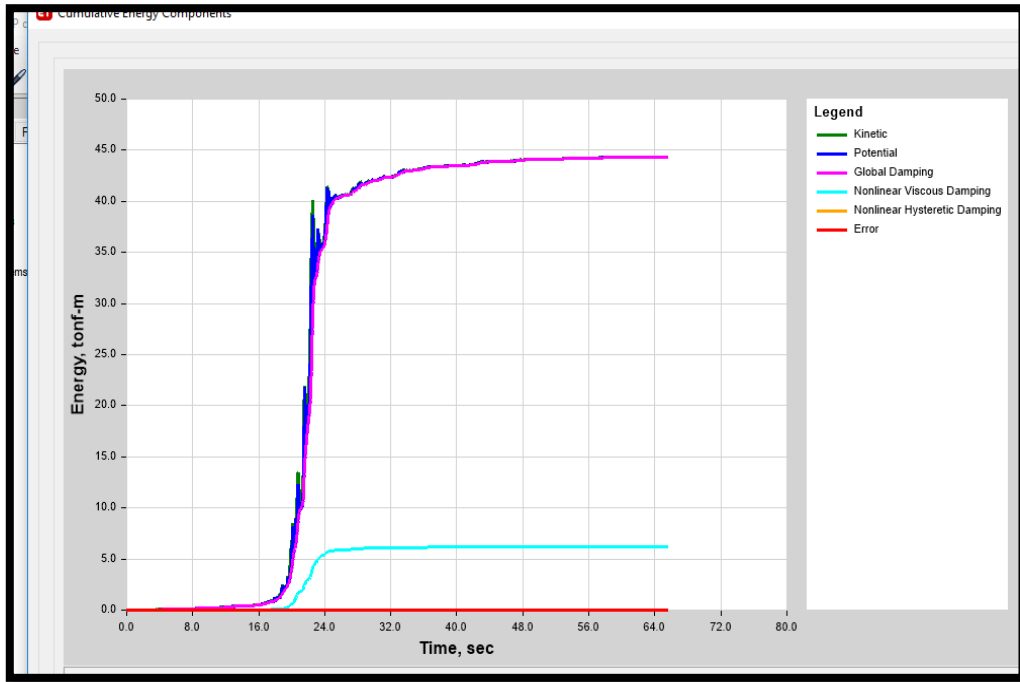


Figura 80. Balance de energía del disipador de energía, Lima 1966.

Fuente: elaboración propia.

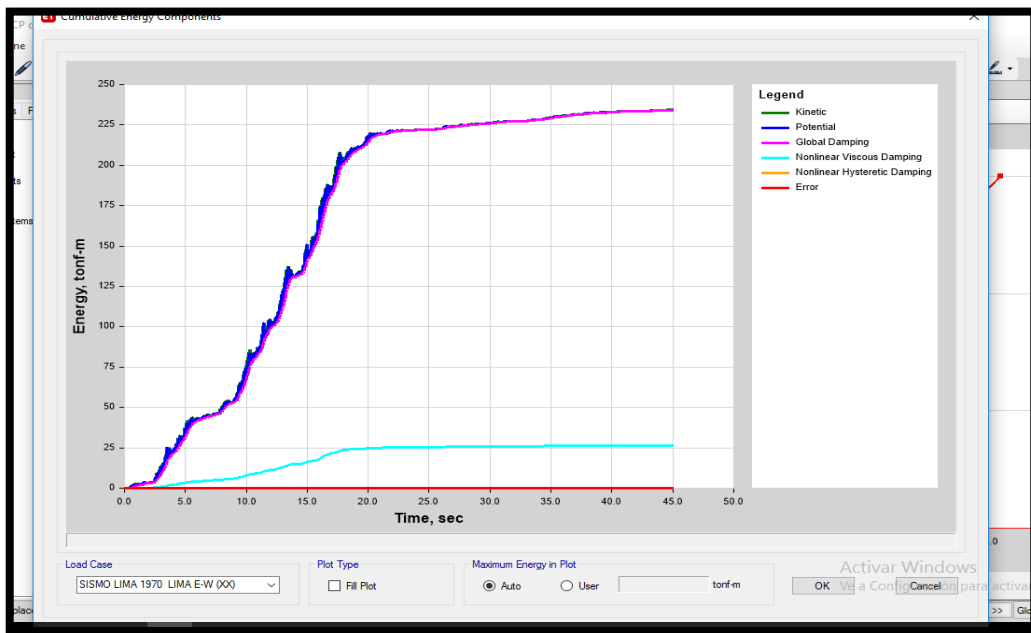


Figura 81. Balance de energía del disipador de energía, Ancash 1970.

Fuente: elaboración propia.

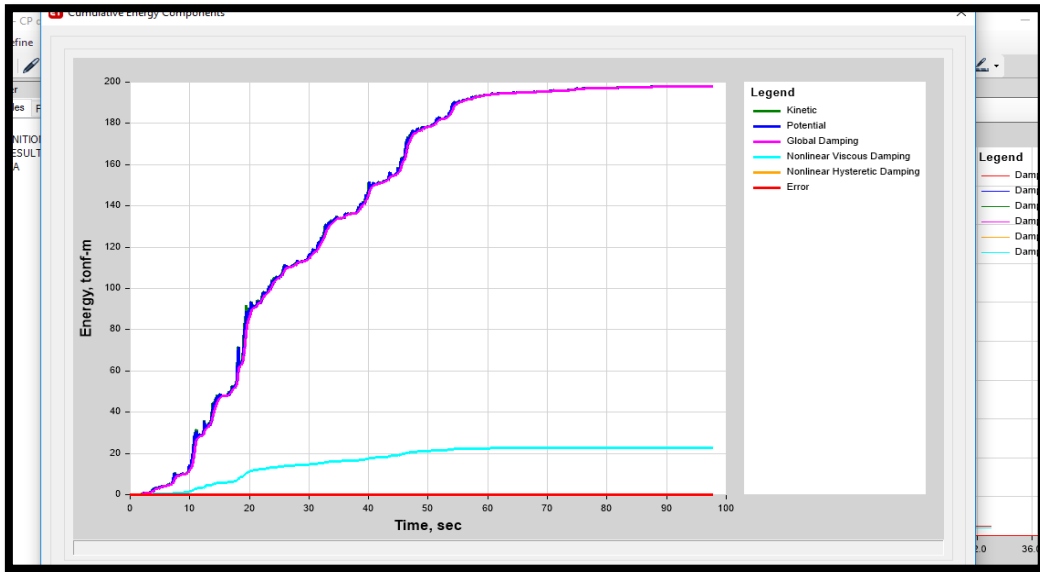


Figura 82. Balance de energía del dissipador de energía, Lima 1974.

Fuente: elaboración propia.

8. Evaluación y comparación de resultados

8.1. Masa participativa de la estructura

Se presenta los resultados comparativos de la masa participativa que tiene la estructura con el sistema dual Vs. dissipadores de fluido viscoso.

Porcentaje de masa participativa en la dirección X.

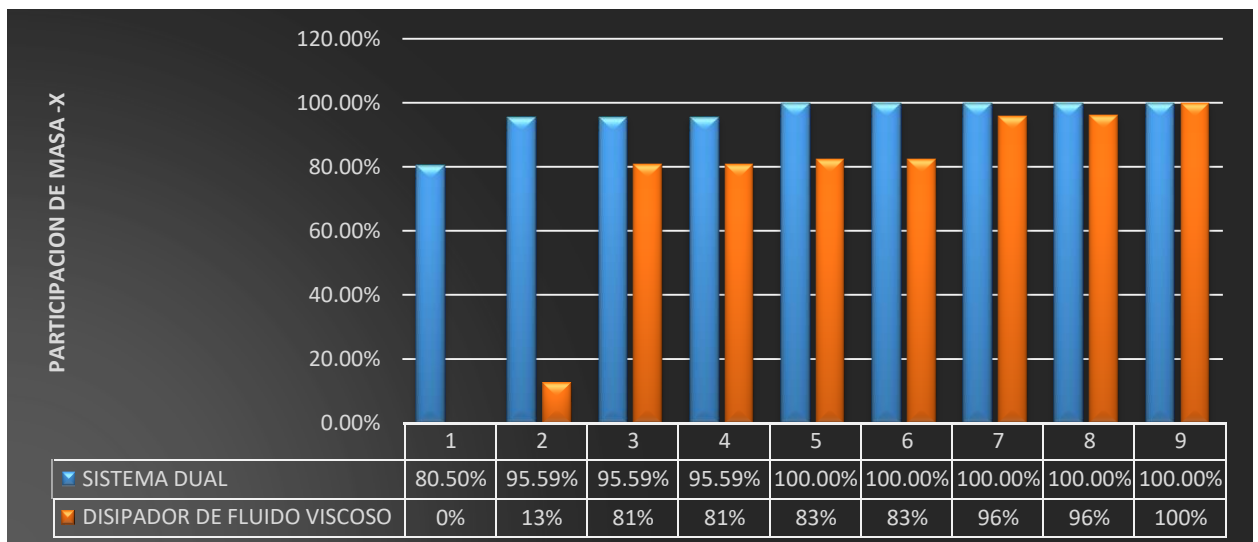


Figura 83. Porcentaje de masa participativa en la dirección X.

Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

En la **Figura 83**, se detalla el comportamiento que tiene la estructura con los diferentes sistemas, presenta una reducción del porcentaje de masa participativa, para el modo 1 se tiene una masa de 80.50%, en el caso de los disipadores presenta un 0%. Con respecto al modo 6 presenta el 100% y un 83%, el cual varía muy poco el resultado, esto es debido a que el sistema dual interviene en los laterales de la edificación, en cambio el disipador se encarga de reducir las energías que se puede presentar mediante cualquier evento sísmico. Se debe de tomar en cuenta, que los 9 modos cumplen con el porcentaje (%) de masa establecida.

Porcentaje de masa participativa en la dirección Y.

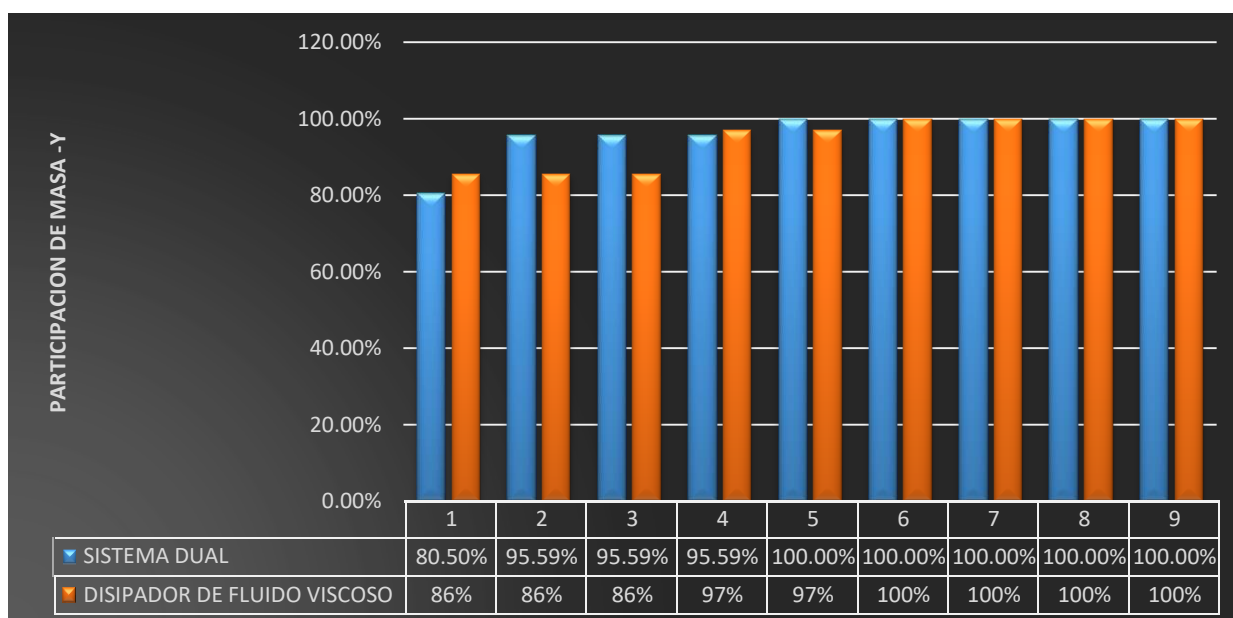


Figura 84. Porcentaje de masa participativa en la dirección Y.

Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

En la **Figura 84**, se aprecia el análisis que tiene la edificación, presenta una disminución en el incremento del porcentaje de masa participativa, para el modo 1 el cual tiene un 80.50%, para los dispositivos presenta un 86%. Con respecto al modo 6 se tiene un 100% para ambos casos. Finalmente se puede dar a interpretar que el sistema dual aporta mucha rigidez a la estructura incrementando el peso, mientras que el disipador actúa como sistema reducción.

8.2. Periodos de los diferentes modos de vibración

Los periodos para los nueve modos tienen resultados diferentes, debido a los sistemas que se han propuesto, con el fin de ver la capacidad de la estructura. El sistema convencional aporta una resistencia, evitando consigo irregularidades, pero no reduce el daño que sufre la edificación, mientras que los dispositivos diagonales evitan fisuras a los elementos estructurales, ante cualquier evento sísmico.

Niveles de periodos para los diferentes modos de vibración.

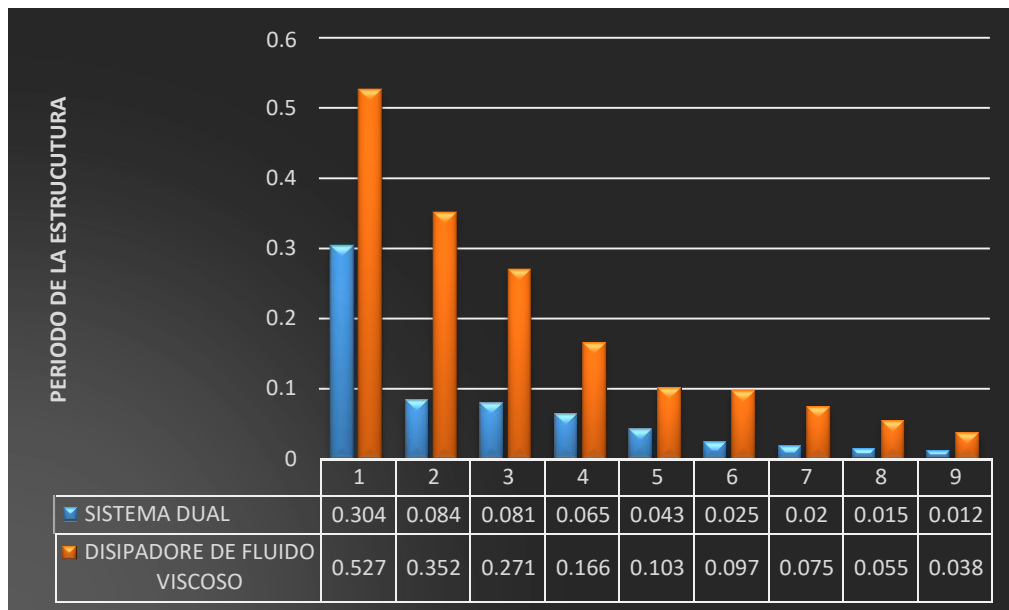


Figura 85. Periodos de la estructura con y sin disipadores.

Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

En la **Figura 85**, se puede apreciar una variedad de periodos por cada modo de vibración, que presente en la estructura con y sin disipadores, para el primer caso se tiene un periodo de 0.304m para el sistema dual, mientras que el disipador surge un incremento de 0.527m, esto se puede detallar en los demás modos, que presentan un aumento respecto a la colocación de los D.F.V. En conclusión, el sistema convencional genera reducción, mientras que el dispositivo de energía incrementa la vibración de la estructura.

8.3. Desplazamientos de la estructura con los sismos de Lima 1966, Ancash 1970 y Lima 1974.

Solo se compararon las derivas que pasaron el rango establecido.

Se debe de cumplir con la deriva establecida que dicta la norma peruana, el cual debe ser de 0.007 para concreto armado, según HAZUS para los disipadores se debe de generar una deriva esperada el cual es de 0.005, con respecto a los dispositivos de energía no lineales.

Comparación de desplazamientos de la estructura, Lima 1966 E-W.

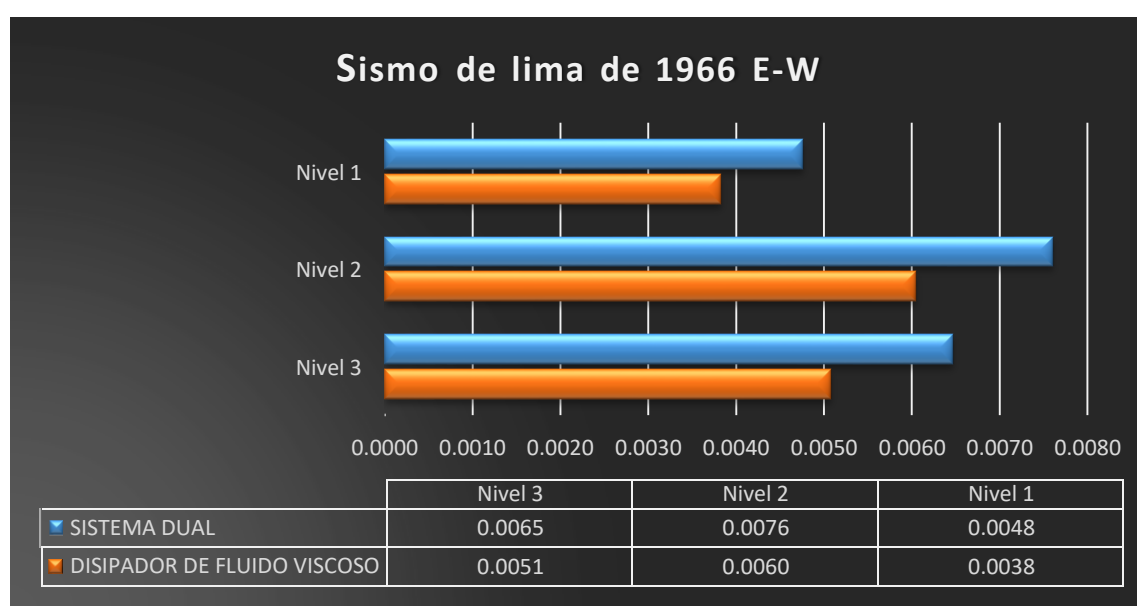


Figura 86. Desplazamiento de la estructura con y sin disipadores, Lima 1966 E-W.

Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

En la **Figura 86**, la estructura presenta un sismo que genera movimientos en cada piso, el primer nivel se tiene un desplazamiento de 0.0048 referente al sistema dual y una reducción con los dispositivos de 0.0038 cumpliendo con la deriva esperada. Se detalla que para el nivel 2 incumple la deriva establecida, mientras que para D.F.V, reduce eficientemente la energía del sismo.

Comparación de desplazamientos de la estructura, Lima 1966 N-S.

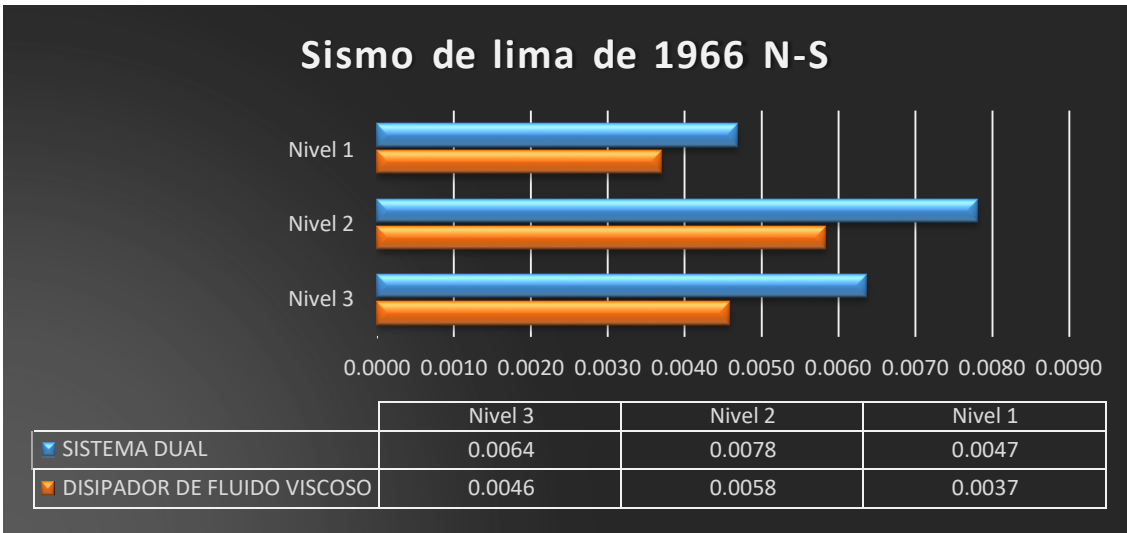


Figura 87. Desplazamiento de la estructura con y sin disipadores, Lima 1966 N-S.

Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

En la **Figura 87**, se tiene una deriva para el primer piso de 0.0047 respecto al sistema convencional, mientras que los disipadores reducen el movimiento a un 0.0037, en el caso que la segunda planta se desplaza un 0.0078 incumpliendo con los parámetros establecidos y con los D.F.V se tiene un resultado 0.0058.

Comparación de desplazamientos de la estructura, Ancash 1970 Este - Oeste.

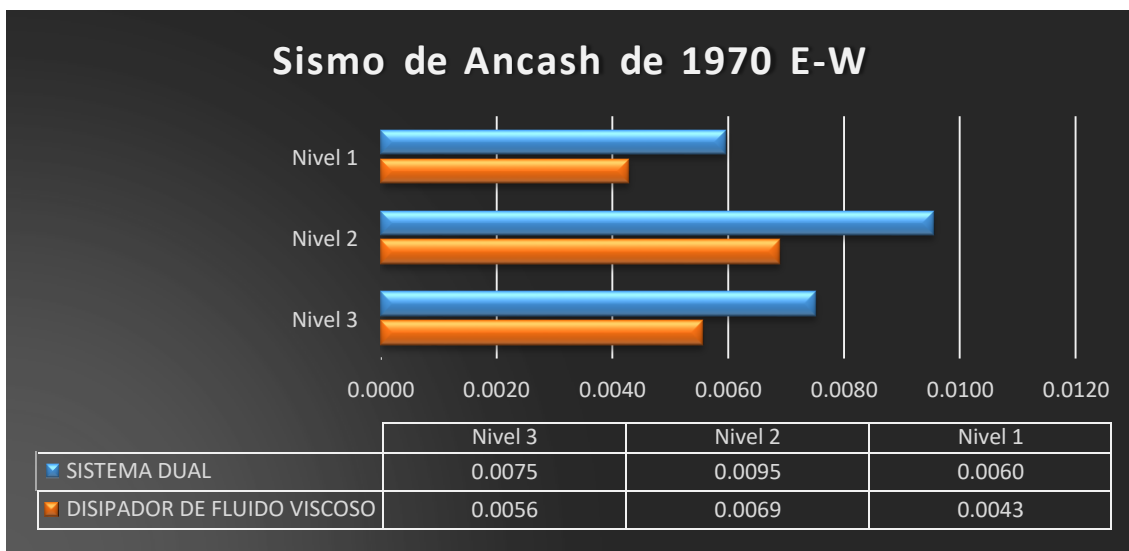


Figura 88. Desplazamiento de la estructura con y sin disipadores, A. 1970 E-W.

Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

Se puede apreciar en la **Figura 88**, que los niveles 2 y 3 incumplen con las derivas establecidas, debido a que tienen un desplazamiento de 0.0075 y 0.0095. Los dispositivos reducen y cumplen con la deriva establecida. En conclusión, se puede interpretar que los D.F.V, ayudan a reducir, disipar y amortiguar la energía de excitación que sufre la estructura.

Comparación de desplazamientos de la estructura 1970 Norte - Sur.

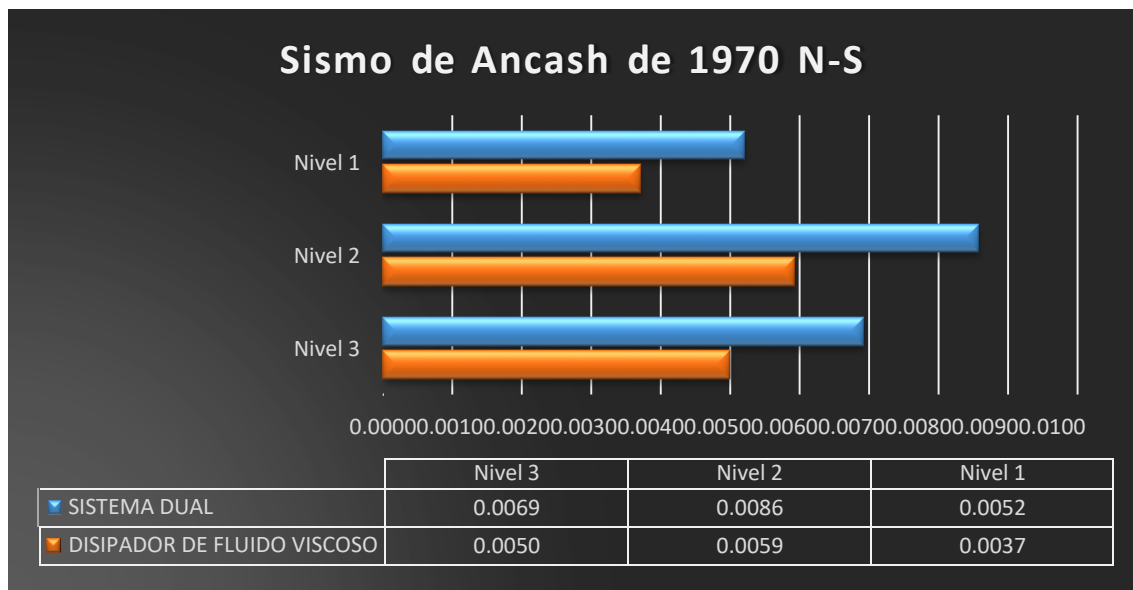


Figura 89. Desplazamiento de la estructura con y sin disipadores, A. 1970 N-S.

Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

En la **Figura 89**, si bien el sistema dual presenta una deriva de 0.0052 para el primer piso, el segundo nivel se tiene un desplazamiento de 0.0086 que genera un incumplimiento, mientras que para los D.F.V, se tiene un resultado de 0.0037 en el nivel 1, para el caso del nivel 2 se tiene un resultado de 0.0059. Se puede apreciar la reducción que genera el dispositivo frente a energías externas.

Comparación de desplazamientos de la estructura, Lima 1974 N-S.

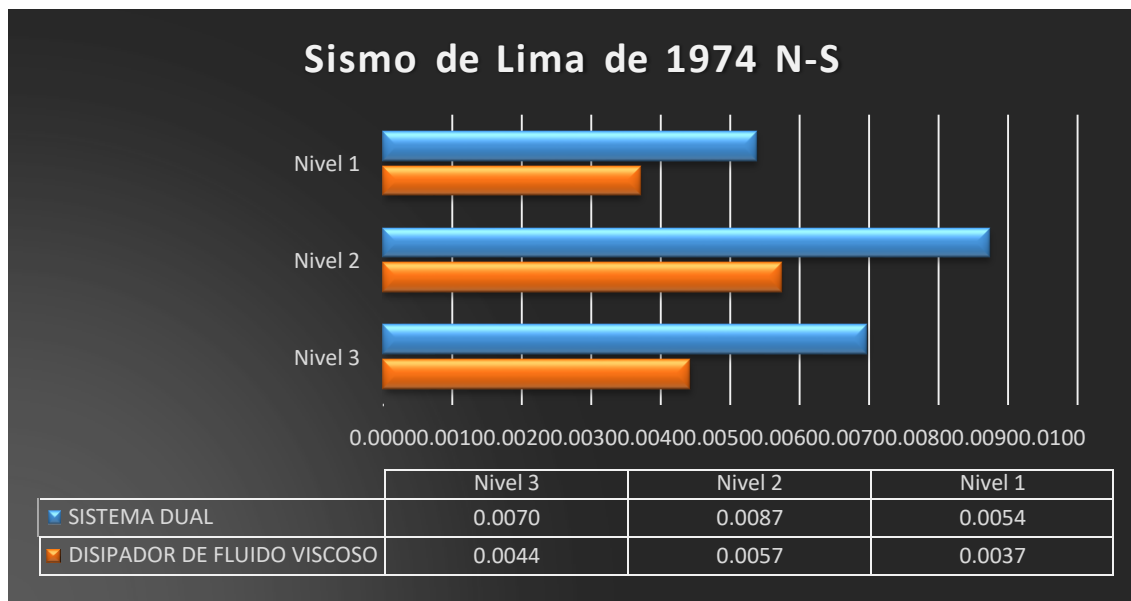


Figura 90. Desplazamiento de la estructura con y sin disipadores, L. 1974 N-S.

Interpretación:

Se aprecia en la **Figura 90**, que el sistema convencional en él según nivel se tiene una deriva de 0.0087 el cual es reducido por el dispositivo con un resultado de 0.0057. Se llega a la conclusión que el disipador evita que la estructura tenga deformaciones en los elementos estructurales y transforma la energía entrante en energía de calor.

V. DISCUSIÓN

Los trabajos tomados como antecedente, tiene como objetivo primordial la disminución de las derivas que presenta la estructura.

Los resultados obtenidos respecto al desplazamiento para un sistema dual en caso del sismo de Ancash 1970, se incrementó aun 0.0095 su distorsión, respecto a los disipadores se disminuyó con un deriva de 0.0069, esto coincide con Saldaña (2018), en su tesis titulada “**Propuesta de reforzamiento de la estructura del pabellón de emergencia con disipadores de fluido viscoso del hospital Sergio Bernales, comas-2017**”, cuyo objetivo principal fue la disminución de los desplazamiento en los entresijos, generando un resultado sin amortiguadores de 0.0116, el cual incumple con la Normativa y para el caso con disipadores, se obtuvo una deriva de 0.00427.

Para el procedimiento del análisis estático se hizo un respectivo metrado de cargas, los casos de cargas y otros elementos que intervienen para el modelaje de la estructura, se puede verificar en la **tabla 21** de la tesis, las fuerzas que intervienen para cada nivel y la cortante en la base, por tal motivo el diseño de la estructura en el software ETABS, depende para hallar el rendimiento eficiente.

Ante el análisis dinámico presentado para el sistema dual, con respecto al desplazamiento se detallan distorsiones de 0.0075 en el caso del sismo Lima 1966, pero el caso de los disipadores hay una deriva menor de 0.00527, esto coincide con la tesis Sánchez (2019), titulado “**Análisis sísmico comparativo de un edificio de seis niveles utilizando muros de corte versus disipador de energíatipo tadas**”, se detalla una deriva máxima de 0.00089 para el sistema dual, en el caso de los disipadores presenta una deriva de 0.00379, generando así el cumplimiento que establece la Norma Ecuatoriana. De acuerdo a ello los disipadores reducen de una manera significativa el desplazamiento que tiene la estructura frente a sismos severos, el cual la reducción es confortante.

Para el sistema dual se tiene el periodo en el primer nivel de 0.304 y una mayor masa participativa, se puede detallar en la **tabla 22** de la tesis, con respecto a los disipadores se tiene un incremento en el periodo de 0.527, debido a que el dispositivo no genera resistencia a la estructura y solo actúa como disipación de

energía, esto coincide con Corpus y Morales (2015), en su tesis titulada ***“Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de Víctor Larco Herrera aplicando etabs 2013”***, el cual se genera un periodo de 0.594, con respecto a este cálculo se puede decir, que al incluir los D.F.V, genera un mayor movimiento, por tal motivo el sistema dual aporta mayor resistencia que el disipador, reduciendo así los diferentes modos de vibración que tiene la estructura.

VI. CONCLUSIONES

Primero: El comportamiento que tiene el sistema dual frente a los sismos raros o severos presentan una mayor resistencia, pero no genera un desempeño adecuado, a causa de ello se generan fisuras o grietas en la estructura, mientras que, para los disipadores de fluido viscoso diagonales, se puede apreciar la disminución de las derivas o drift de 0.005, de tal manera que controlan las respuestas dinámicas reduciendo el daño y mejorando el desempeño de la edificación.

Segundo: Para determinar las fuerzas que intervienen para cada nivel de piso se tuvo que añadir las cargas que dicta la Norma E.020, por ese motivo se hacen varias revisiones con respecto al Reglamento Nacional de Edificaciones 2019, para un adecuado modelamiento, debido a ello la estructura genera resultados de historia de masas que son necesarios para hallar el momento de volteo, las fuerzas de cada nivel y cortante máxima que interviene en el primer nivel.

Tercero: Ante los movimientos sísmicos que son generados por placas tectónicas, el sistema dual actúa como reforzamiento, para que la edificación no presente desplazamientos exagerados, pero a consecuencia suele presentarse fallas en los elementos estructurales, en cambio los disipadores de fluido viscoso, contrarrestan las fuerzas sísmicas, generalmente reduce las derivas de los entrepisos y evita severos daños.

Cuarto: El daño que tenga la estructura, es a consecuencia de la energía entrante y a los diferentes modos de vibración que se genera en la edificación, por lo tanto, el sistema dual aporta un periodo menor, el cual genera una disminución en los movimientos de la estructura, en cambio los disipadores de fluido viscoso, generan un incremento de periodo, debido a ello se tiene una tendencia a vibrar mayormente, cuando se presenta una energía externa.

VII. RECOMENDACIONES

Para los cálculos, procedimientos y metodologías se recomienda utilizar normas americanas tales como: ASCE 7 - 10, HAZUS, VISION 2000, FEMA 273 y 274; por la razón de que no existen Normas Peruanas sobre los sistemas de disipación de energía.

En la estructura se recomienda dibujar los disipadores en el programa ETABS, lo más apartado del centro de masas, porque en esa zona se presentan máximas velocidades, las fuerzas que generan los disipadores aumentan por medio de la velocidad ante un sismo, por ello la colocación de los disipadores de fluido viscoso en ese lugar es el apropiado.

Los fabricantes del disipador de fluido viscoso, recomiendan que para el amortiguamiento viscoso Q_H tiene que estar entre el **20% y 40%** para cumplir con su respectivo diseño, en el caso que no cumpla se toma el **25%**.

Se recomienda en el programa ETABS, guardar cada modelaje sobre todos los sismos introducidos al programa, tener cuidado con las unidades y al momento de dibujar los disipadores, que deben ser dibujados en vista de elevación 2D.

REFERENCIAS

ALBARRACIN, Patricia y GALLO, Eduardo. Desempeño sísmico de un edificio aporticado de siete pisos diseñado con el reglamento nacional de construcciones y aceptando una deriva máxima de 1%. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010. 85 pp.

AGUILAR, Sebastián y ARIAS, Sandra. Propuesta de reforzamiento de un edificio afectado en el sismo del 16 de abril de 2016 ubicado en la ciudad de portoviejo utilizando disipadores de energía de fluido viscoso - 2019 (Título Profesional de Ingeniería Civil): Quito - Ecuador: Escuela Politecnica Nacional - 2019, 205 pp.

ALVA, Juan y CASTRO, Karla. Análisis y diseño estructural en edificaciones implementando disipadores de energía viscosos Taylor. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2017. 183 pp.

ALVAREZ C. (2017), Análisis y diseño de disipadores sísmicos de fluido viscoso para control de la respuesta sísmica de edificaciones en Huancayo. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Perú. 228 pp.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. Minimum Design Loads for Building and Other Structures ASCE/SEI 7-10. Virginia: ASCE, 2013. 369 pp.

AZUNCION, Lenny. Análisis comparativo de un portico convencional con y sin disipadores de fluido viscoso modelado en sap2000” (Título Profesional de Ingeniería Civil). Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2016. 119 pp.

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3ra ed. Mexico: Printed in Mexico, 2017. 157 pp.

ISBN: 9786077447528

BOZA, Zuen y Galán, Danny, Diseño de un edificio aporticado con disipadores en arreglo Chevron. Tesis (Título Ingeniero Civil). Lima: Universidad Católica del Perú, 2013. 76 pp.

Disponible en:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4518/BOZA_Z UEN Y GALAN DANNY DISIPADORES ENERGIA CHEVRON.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. Lima: Universidad Mayor de San Marcos, 2005. 239 pp.

ISBN: 9972342425

CDV, Ingeniería Antisísmica (2020). Disipadores sísmicos. Disponible en: <https://www.cdvperu.com/disipadores-sismicos-taylor/>

CISMID, Generación de ACELEROGRAMAS en convenio con la Universidad Nacional de Ingeniería.

Disponible en: <http://www.cismid.uni.edu.pe/ceois/red/>

CHACON, Roberto y RAMÍREZ, José. Análisis de una edificación de 4 pisos con disipadores de fluido viscoso. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. 63 pp.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5971>

CHAVEZ, Jean. Diseño Sismorresistente de Edificios con Disipadores de Fluido Viscoso. 1ra ed. Lima - Perú: Grupo Universitario SAC, 2017. 362 pp.

ISBN: 9786120027752

CHENET, Manuel. Estrategia de internacionalización considerando la marca y su influencia en la complacencia de los estudiantes de las escuelas de negocio de Lima. Tesis (doctor en administración, mención en dirección estratégica). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2017. 261 pp.

Disponible en: <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/2992>

COHEN, Néstor y GOMEZ, Gabriela. Metodología de la investigación, ¿para qué?. Buenos Aires: Editorial Teseo, 2019. 277 pp.

ISBN: 9789877231908

CORPUS, Jorge y MORALES, Edwin. Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de Víctor Larco Herrera aplicando etabs 2013. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015, 102 pp.

Disponible:

http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO_MICROBIANO.pdf

DOMINGUEZ, Cecilia y PEÑA, Briseyda. Análisis sísmico comparativo por efecto de piso blando entre los sistemas aporticado y dual de una edificación, Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil) Trujillo - La Libertad. S.I.: Universidad Cesar Vallejo, 2019, 110 pp.

FEMA, Federal Emergency Management Agency. Nhrp commentary on the guidelines for the seismic rehabilitation of buildings 273 - 274, 1997. Washington. 509 pp.

GENATIOS, C. y LAFUENTE, M. Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras. 2016, 190 pp.

ISBN: 9789804220562

Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Us>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA María. Metodología de la investigación. 5ta ed, 2013. 656 pp.

ISBN: 9786071502919

KASSIMALI, Aslam. Structural Analysis. 4ta. ed. EE. UU: Southern Illinois University Carbondale, 2010, 896 pp.

ISBN: 9780495295655

K. RAMA Raju, M. Ansu and Nagesh R. Iyeros (2018) "A methodology of design for seismic performance enhancement of buildings using viscous fluid dampers". Revisit International, Wiley Online Library, Structural Engineering Research Centre, CSIR Campus, Taramani, Chennai, India, pp. 442 - 455.

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/256548399>

LAURENCIO, Manuel. Método práctico para el dimensionamiento de disipadores viscosos en estructuras sometidas a acciones sísmicas. tesis (para obtener el grado académico de maestro en ciencias con mención en ingeniería estructura). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 2018, 137 pp.

LEURO, Sebastian y QUEKANO, Rafael. Comportamiento estructural de un edificio en concreto reforzado bajo un sistema estructural dual, con disposición de muros en ejes donde no comprometen la arquitectura. Tesis para optar (Título Profesional de Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia. 134 pp.

LÓPEZ Carlos, RETAMALES, Rodrigo y KANNEGIESSER, Thomas. Protección Sísmica de Estructuras. Santiago de Chile: Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2010. 43 pp.

ISBN: 9789567911196

LÓPEZ, Pedro y FACHELLI, Sandra. Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. 1ª edición. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona, 2015. 44 pp.

MARTINEZ, William. Disipadores de fluido viscoso en el modelo estructural de un edificio público y su influencia en la respuesta sísmica. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2018. 184 pp.

MARURI, Carlos. Modelo Estructural a Escala Utilizando Amortiguadores Viscosos como Sistemas de Disipación Pasiva de Energía. Título para optar el cargo Profesional de Ingeniería Civil). Quito. Universidad San Francisco de Quito USFQ. 2015. 94 pp.

Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4784/1/120688.pdf>

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones. 13.º ed. Lima: Megabyte S.A.C, 2019. 855 pp.

NAVARRO, B. Franco. Comparación de las respuestas dinámicas en estructuras con y sin disipadores de energía pasivos de fluido viscoso en la zona sísmica cuatro. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2017. 156 pp.

QUAKETEK, (2020). Disponible en: <https://www.quaketek.com/es/disenio-sismico-con-disipadores-a-friccion/>

ROJAS, Rober. Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2019. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2019. 129 pp.

SALDAÑA, Tony. Propuesta de reforzamiento de la estructura del pabellón de emergencia con disipadores de fluido viscoso del hospital Sergio Bernales, Comas - 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. 157 pp.

SÁNCHEZ, David. “Análisis sísmico comparativo de un edificio de seis niveles utilizando muros de corte versus disipador de energía tipo Tadas”. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil), Universidad Estatal de Sur de Manabi.Jipijaoa - Ecuador. 2019, 194 pp.

Disponible: <http://waset.org/publications/14223/soil-resistivity-data-computations>

SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Análisis de Edificios. Lima: Universidad Católica del Perú, 1998. 344 pp.

ISBN: 9972421120

SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Defectos que incidieron en el comportamiento de las construcciones de albañilería en el sismo de Pisco del 15-08-2007. Perú, 11 pp.

SILGADO, E. (1978) - Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513 -1974). Instituto de Geología y Minería. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 3, 130 pp.

URI: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/251>

SEAOC. “A Framework for Performance Based Design”. Vision 2000 Committee. Structural Engineers Association of California, 1995, pp 67.

TAYLOR D. Structural applications of fluid viscous dampers. Taylor Devices, Inc. North Tonawanda, NY. USA, 2020. 172 pp.

VILLAREAL, Genner y DÍAZ LA ROSA, Marco. Edificaciones con disipadores viscosos. 1ra. Ed. Lima - Perú: Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L., 2016. 133 pp.

ISBN: 9786120024195

ANEXOS

Tabla 59. Matriz de consistencia

"Análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020"						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	Variable independiente (X) Análisis sísmico	Análisis estático	Fuerza cortante basal	Microsoft Excel Software ETABS Software SeismoMatch Normas R.N.E. E.020 E.030 E.060 Fichas de recolección de datos
¿Cómo es el análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020?.	Efectuar el análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020.	La estructura con disipadores de fluido viscoso tiene un mejor comportamiento sísmico que la estructura dual.			Análisis dinámico	
				Modal espectral		
					Tiempo - Historia	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS				
¿Cuál es el resultado del análisis estático de una estructura dual, San Juan de Miraflores - 2020?	Realizar el análisis estático de una estructura dual, San Juan de Miraflores - 2020.	La estructura con el sistema dual, se determina la cortante en la base, para obtener las fuerzas estáticas en cada piso y posteriormente seguir con el análisis.	Variable dependiente (Y1) Estructura dual	Análisis Estructural	Cálculo del peso de la edificación	Fichas de recolección de datos
					Análisis sísmico	
¿Cuál es el resultado del análisis dinámico de una estructura dual y otra con disipadores de fluido viscoso San Juan de Miraflores - 2020?	Realizar el análisis dinámico de una estructura dual y otra con disipadores de fluido viscoso San Juan de Miraflores - 2020.	El resultado que se obtuvo para el análisis dinámico, de una estructura dual y otra con disipadores de fluido viscoso varía de manera significativa.	Variable dependiente (Y2) Estructura con disipadores de fluido viscoso	Propiedades físicas	Modelo viscoso Taylor	ASCE 7-10 capítulo 18 FEMA 273 y 274 Fichas de recolección de datos
¿Cómo es el comportamiento sísmico de la estructura dual y de la otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020?	Comparar el comportamiento sísmico de la estructura dual y de la otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020.	La estructura dual tendrá mejor comportamiento sísmico y mejor rigidez que el otro sistema con disipadores de fluido viscoso.			Propiedades mecánicas	
				Fuerza del disipador		
				Amortiguamiento		
				Curva histerética		

Fuente: elaboración propia.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 60. Matriz operacional

"Análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020"					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente (X) Análisis sísmico	"Se utiliza los procedimientos siguientes: El análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes (Artículo 28) y el análisis dinámico modal espectral y tiempo - historia (Artículo 29)" (Norma E.030, 2019, p. 392).	Ante lo expuesto, para este análisis se nos permite evaluar el comportamiento sísmico de la estructura, estas consideraciones se tomarán con respecto a la norma y al modelamiento.	Análisis estático	Fuerza cortante basal	Razón
				Fuerza sísmica	
			Análisis dinámico	Modal espectral	
				Tiempo - Historia	
Variable dependiente (Y1) Estructura dual	"Esta estructura resiste combinaciones de fuerza cortante producida por un sismo, dada por la unión de un pórtico y una placa" (Norma E.060, 2019, p. 468).	Este sistema nos permite tener una mayor rigidez, para soportar las cargas laterales, está hecho de concreto armado.	Análisis Estructural	Cálculo del peso de la edificación	Razón
				Análisis sísmico	
Variable dependiente (Y2) Estructura con disipadores de fluido viscoso	"Esta tecnología elimina la energía sísmica mediante un líquido viscoso, colocado a un sistema aporticado, generando una presión de amortiguamiento para evitar la deformación de la estructura" (Villarreal y Díaz, 2016, p. 9).	El disipador reduce esfuerzos y deflexiones en la estructura, dependiendo de la velocidad y no del desplazamiento, la disposición del instrumento es en diagonal o en paralelo.	Propiedades físicas	Modelo viscoso Taylor	Nominal
				Disposición	
			Propiedades mecánicas	Fuerza del disipador	Razón
				Amortiguamiento	
	Curva histerética				

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 02

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
Título: "Análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020"					
Autores: Cabañas Urcia, Carlos Derech Pariona Torres, José Eduardo					
I. INFORMACIÓN GENERAL					
Ubicación	Pamplona Baja, Jirón Francisco Vallejo N° 400				
Distrito	San Juan de Miraflores	Altitud	125 m		
Provincia	Lima	Latitud	12° 8'54.44"S	Evaluación	
Región	Lima	Longitud	76°58'19.53"O	Validez	Confiability
ANÁLISIS SÍSMICO					
II. Análisis estático					
Fuerza cortante basal		Fuerza sísmica			
III. Análisis dinámico					
Modal espectral		Tiempo - Historia			
ESTRUCTURA DUAL					
IV. Análisis Estructural					
Cálculo del peso de la edificación		Análisis sísmico			
ESTRUCTURA CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO					
V. Propiedades físicas					
Modelo viscoso Taylor		Disposición			
VI. Propiedades mecánicas					
Fuerza del disipador	Amortiguamiento	Curva histerética			
Experto N°					
Apellidos y Nombres					
Profesión					
Registro CIP N°					
Email					
Teléfono					
Observaciones y comentarios					
Firma y sello					

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título: “Análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores - 2020”



Autores: Cabañas Urcia, Carlos Derech
Pariona Torres, José Eduardo

I. INFORMACIÓN GENERAL

Ubicación	Pamplona Baja, Jirón Francisco Vallejo N° 400				
Distrito	San Juan de Miraflores	Altitud	125 m		
Provincia	Lima	Latitud	12° 8'54.44"S	Evaluación	
Región	Lima	Longitud	76°58'19.53"O	Validez	Confiability

ANÁLISIS SÍSMICO

II. Análisis estático

Fuerza cortante basal	Fuerza sísmica		
-----------------------	----------------	--	--

III. Análisis dinámico

Modal espectral	Tiempo - Historia		
-----------------	-------------------	--	--

ESTRUCTURA DUAL

IV. Análisis Estructural

Cálculo del peso de la edificación	Análisis sísmico		
------------------------------------	------------------	--	--

ESTRUCTURA CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO

V. Propiedades físicas

Modelo viscoso Taylor	Disposición		
-----------------------	-------------	--	--

VI. Propiedades mecánicas

Fuerza del disipador	Amortiguamiento	Curva histerética		
----------------------	-----------------	-------------------	--	--

Experto N°

Apellidos y Nombres			
Profesión			
Registro CIP N°			
Email			
Teléfono			

Observaciones y comentarios

Firma y sello

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título: "Análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores – 2020"



Autores: Cabañas Urcia, Carlos Derech
Pariona Torres, José Eduardo

I. INFORMACIÓN GENERAL

Ubicación	Pamplona Baja, Jirón Francisco Vallejo N° 400				
Distrito	San Juan de Miraflores	Altitud	125 m		
Provincia	Lima	Latitud	12° 8'54.44"S	Evaluación	
Región	Lima	Longitud	76°58'19.53"O	Validez	Confiability

ANÁLISIS SÍSMICO /

II. Análisis estático

Fuerza cortante basal	Fuerza sísmica	0,85	0,8
-----------------------	----------------	------	-----

III. Análisis dinámico

Modal espectral	Tiempo - Historia	0,85	0,8
-----------------	-------------------	------	-----

ESTRUCTURA DUAL /

IV. Análisis Estructural

Cálculo del peso de la edificación	Análisis sísmico	0,85	0,8
------------------------------------	------------------	------	-----

ESTRUCTURA CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO

V. Propiedades físicas

Modelo viscoso Taylor	Disposición	0,85	0,8
-----------------------	-------------	------	-----

VI. Propiedades mecánicas

Fuerza del disipador	Amortiguamiento	Curva histerética	0,85	0,8
----------------------	-----------------	-------------------	------	-----

Experto N°

Apellidos y Nombres	GONZALES LARA Robert Walter.	0,85	0,8
Profesión	Ing. Civil		
Registro CIP N°	72342		
Email	robertmbc@hotmail.com		
Teléfono	925 935 293		

Observaciones y comentarios

Firma y sello
**CONSTRUCTORA G.N
GAMBOA & CIA S.A.C.**

ING. ROBERT WALTER GONZALES LARA
PREVENCIONISTA DE SEGURIDAD
CIP. 72342

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título: "Análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores – 2020"



Autores: Cabañas Urcia, Carlos Derech
Pariona Torres, José Eduardo

I. INFORMACIÓN GENERAL

Ubicación	Pamplona Baja, Jirón Francisco Vallejo N° 400				
Distrito	San Juan de Miraflores	Altitud	125 m		
Provincia	Lima	Latitud	12° 8'54.44"S	Evaluación	
Región	Lima	Longitud	76°58'19.53"O	Validez	Confiability

ANÁLISIS SÍSMICO

II. Análisis estático

Fuerza cortante basal	Fuerza sísmica	0,85	0,8.
-----------------------	----------------	------	------

III. Análisis dinámico

Modal espectral	Tiempo - Historia	0,85	0,8.
-----------------	-------------------	------	------

ESTRUCTURA DUAL

IV. Análisis Estructural

Cálculo del peso de la edificación	Análisis sísmico	0,85	0,8.
------------------------------------	------------------	------	------

ESTRUCTURA CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO

V. Propiedades físicas

Modelo viscoso Taylor	Disposición	0,85	0,8.
-----------------------	-------------	------	------

VI. Propiedades mecánicas

Fuerza del disipador	Amortiguamiento	Curva histerética	0,85	0,8.
----------------------	-----------------	-------------------	------	------

Experto N° 2

Apellidos y Nombres	HUERTA MUÑOZ, EDO MOISES.	0,85	0,8.
Profesión	INGENIERO CIVIL.		
Registro CIP N°	1079.		
Email	syscor.cg@gmail.com		
Teléfono	944 209879.		

Observaciones y comentarios


 Firma y sello

EDO MOISÉS HUERTA MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 1079

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título: "Análisis sísmico comparativo entre una estructura dual versus otra con disipadores de fluido viscoso, San Juan de Miraflores – 2020"



Autores: Cabañas Urcia, Carlos Derech
Pariona Torres, José Eduardo

I. INFORMACIÓN GENERAL

Ubicación	Pamplona Baja, Jirón Francisco Vallejo N° 400		
Distrito	San Juan de Miraflores	Altitud	125 m
Provincia	Lima	Latitud	12° 8'54.44"S
Región	Lima	Longitud	76°58'19.53"O
		Evaluación	
		Validez	Confiability

ANÁLISIS SÍSMICO

II. Análisis estático

Fuerza cortante basal	Fuerza sísmica	0,85	0,85
-----------------------	----------------	------	------

III. Análisis dinámico

Modal espectral	Tiempo - Historia	0,85	0,85
-----------------	-------------------	------	------

ESTRUCTURA DUAL

IV. Análisis Estructural

Cálculo del peso de la edificación	Análisis sísmico	0,85	0,85
------------------------------------	------------------	------	------

ESTRUCTURA CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO

V. Propiedades físicas

Modelo viscoso Taylor	Disposición	0,85	0,85
-----------------------	-------------	------	------

VI. Propiedades mecánicas

Fuerza del disipador	Amortiguamiento	Curva histerética	0,85	0,85
----------------------	-----------------	-------------------	------	------

Experto N° 3

Apellidos y Nombres	Pinto Barrantes, Raul Antonio		
Profesión	Ingeniero Civil		
Registro CIP N°	51304		
Email	raulpinto@cip.org.pe		
Teléfono	995143312		

Observaciones y comentarios

Firma y sello

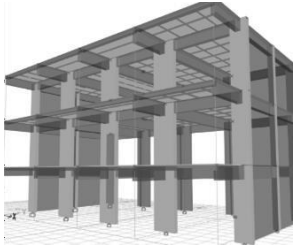

 RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51304

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA																																																	
Reglamento de construcción:			Año de construcción:																																														
1.1. Geometría del Colegio Virgen de Fátima del Pabellón "E"																																																	
Perímetro:			Altura del primer piso:																																														
Área:			Altura del segundo piso:																																														
			Altura del tercer piso:																																														
1.2. Medidas de elementos Estructurales																																																	
1.2.1. Tipos de columnas:																																																	
Columnas	Cantidad	Dimensión																																															
C - 1																																																	
C - T																																																	
C - PLACA																																																	
1.2.2. Tipos de vigas:																																																	
Vigas	Cantidad	Dimensión	Vigas	Cantidad	Dimensión																																												
V - 1			V - 4																																														
V - 3			V - CHATA																																														
1.2.3. Tipo de Losa:																																																	
Losa	Cantidad	Dimensión																																															
Aligerada 0.20 m																																																	
2. DATOS DEL ANÁLISIS SISMICO PARA AMBOS SISTEMAS																																																	
2.1. Resistencia de los Materiales																																																	
Resistencia a la compresión del concreto ($f'c$):																																																	
Resistencia nominal del esfuerzo de fluencia ($f'y$):																																																	
2.2. Norma técnica E.030																																																	
FACTOR DE ZONA			Z =																																														
TIPO DE PERFIL DE SUELO (S)			S =																																														
PARÁMETROS DE SITIO (S, TP, TL)																																																	
<table border="1"> <caption>Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"</caption> <thead> <tr> <th>ZONA \ SUELO</th> <th>S₀</th> <th>S₁</th> <th>S₂</th> <th>S₃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z₁</td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>1,05</td> <td>1,10</td> </tr> <tr> <td>Z₂</td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>1,15</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>Z₃</td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>1,20</td> <td>1,40</td> </tr> <tr> <td>Z₄</td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>1,60</td> <td>2,00</td> </tr> </tbody> </table>		ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	Z ₁	0,80	1,00	1,05	1,10	Z ₂	0,80	1,00	1,15	1,20	Z ₃	0,80	1,00	1,20	1,40	Z ₄	0,80	1,00	1,60	2,00	<table border="1"> <caption>Tabla N° 4 PERÍODOS "T_p" Y "T_l"</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">Perfil de suelo</th> </tr> <tr> <th>S0</th> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>S3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T_p (s)</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>T_l (s)</td> <td>3,0</td> <td>2,5</td> <td>2,0</td> <td>1,6</td> </tr> </tbody> </table>					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
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃																																													
Z ₁	0,80	1,00	1,05	1,10																																													
Z ₂	0,80	1,00	1,15	1,20																																													
Z ₃	0,80	1,00	1,20	1,40																																													
Z ₄	0,80	1,00	1,60	2,00																																													
	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																																													
S =		TP =		TL =																																													
CATEGORIA DE EDIFICACIONES Y FACTOR			U =																																														
COEFICIENTE DE REDUCCIÓN			R =																																														
<table border="1"> <caption>Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES</caption> <thead> <tr> <th>Sistema Estructural</th> <th>Coefficiente Básico de Reducción R_o (*)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acero:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Concreto Armado:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Dual</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Muros de ductilidad limitada</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Muros de ductilidad limitada</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Albañilería Armada o Confinada</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Madera</td> <td>7(**)</td> </tr> </tbody> </table>			Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R _o (*)	Acero:		Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8	Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5	Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4	Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7	Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4	Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8	Concreto Armado:		Pórticos	8	Dual	7	Muros de ductilidad limitada	6	Muros de ductilidad limitada	4	Albañilería Armada o Confinada	3	Madera	7(**)																	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R _o (*)																																																
Acero:																																																	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8																																																
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5																																																
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4																																																
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7																																																
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4																																																
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8																																																
Concreto Armado:																																																	
Pórticos	8																																																
Dual	7																																																
Muros de ductilidad limitada	6																																																
Muros de ductilidad limitada	4																																																
Albañilería Armada o Confinada	3																																																
Madera	7(**)																																																
SISTEMA ESTRUCTURAL RO			Ro=																																														
IRREGULARIDADES ESTRUCTURA EN ALTURA			Ia=																																														
IRREGULARIDADES ESTRUCTURA EN PLANTA			Ip=																																														
COEFICIENTE DE REDUCCION DE LAS FUERZAS SISMICAS, R			R= Ro x Ia x Ip																																														

3. COMPARACIÓN ENTRE DISEÑO ESTRUCTURAL DUAL Y DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO

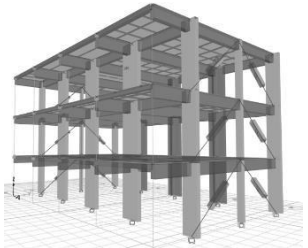
3.1. Desplazamiento en el centro de masa, sistema dual

Nivel 3ro 2do 1ro		Desplazamiento (mm)		
		Primer piso	Segundo piso	Tercer piso
Sistema estructural dual				
Sistema con disipadores				
% de Reducción				



3.2. Desplazamiento en el centro de masa, disipadores de fluido viscoso

Nivel 3ro 2do 1ro		Desplazamiento (mm)		
		Primer piso	Segundo piso	Tercer piso
Sistema estructural dual				
Sistema con disipadores				
% de Reducción				



• Observaciones y comentarios:

ANEXO 03 - FICHA TÉCNICA DEL DISIPADOR VISCOSO



DAMPERS SÍSMICAS

Creación de aplicaciones

Por Taylor **DISPOSITIVOS**

- Con más de 700 proyectos en todo el mundo, somos el líder mundial en el suministro amortiguadores sísmicos y de viento para cualquier estructura
- Nuestros amortiguadores se han validado mediante la investigación rigurosa, las pruebas a gran escala y el trabajo publicado por organizaciones de reconocido prestigio
- Sellos de funcionamiento en seco de propiedad han sido calificados y probado para millones de ciclos y son fabricados únicamente por Taylor Devices
- Alta resistencia, pulido espejo, vástagos de pistón de acero inoxidable
- Un estricto control sobre nuestros procesos de diseño y fabricación con certificación de tercera parte en la norma ISO 9001, ISO 14001 y la norma AS9100 calidad riguroso aeroespacial
- Normas idénticas de calidad para todos nuestros productos, ya que se utilizan para los vuelos espaciales, equipos militares, edificios o puentes
- Los productos certificados por la NASA están siendo utilizados para salvar vidas en la tierra

Originalmente desarrollado para aplicaciones militares y aeroespaciales: en la década de 1960, Taylor amortiguadores viscosos fluidos son ahora utilizados por los ingenieros estructurales en todo el mundo para proteger su trabajo y las personas que confían en su seguridad.

- Nuestra política consiste en probar cada amortiguador sísmica solo producimos a los requisitos máximos de salida
- Amortiguadores Taylor están diseñados y probados en las calificaciones de la fuerza de salida de hasta 2 millones de libras (8.900 kN) y amplitudes hasta +/- 42 pulgadas (1,06 m)
- Diseño altamente eficiente amortiguador puede absorber enormes cantidades de energía durante un terremoto minimizando o eliminando así el daño a la estructura
- Capacidad sin igual para proporcionar un diseño de amortiguador que sea precisa y controlable, eficiente, temperatura y frecuencia independiente y libre de mantenimiento
- Taylor amortiguadores tienen capacidad sin igual para responder a movimientos muy pequeños o muy grandes
- La única tecnología que puede reducir el estrés y la deflexión de forma simultánea; las fuerzas de amortiguación están fuera de fase con las fuerzas dinámicas estructurales
- 35 años de garantía

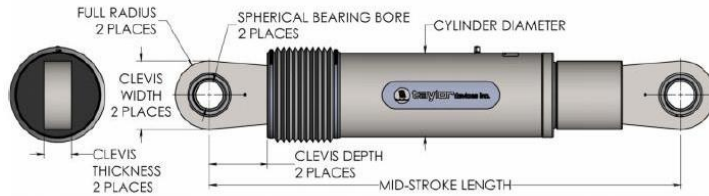
ISO 9001
AS9100 ISO
14001

www.taylordevices.com | www.seismicdamper.com

ANEXO 04 - PROPIEDADES DE LOS DISPOSITIVOS TAYLOR DEVICES INC



FLUID VISCOUS DAMPERS & LOCK-UP DEVICES CLEVIS – CLEVIS CONFIGURATION, METRIC UNITS



NOTE:
VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE FROM ±50 TO ±900mm
FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR STROKE LONGER THAN STROKE LISTED IN THE TABLE. ANY STROKE CHANGE FROM THE STANDARD STROKE VERSION DEPICTED CHANGES THE MIDSTROKE LENGTH BY 5 mm PER ±1 mm OF STROKE.

EXAMPLE: 1000 kN±100mm STROKE, MID-STROKE LG IS 1048mm
1000kN±150mm STROKE, 150-100=50, 50*5=250
1048+250= 1298mm MID-STROKE LENGTH

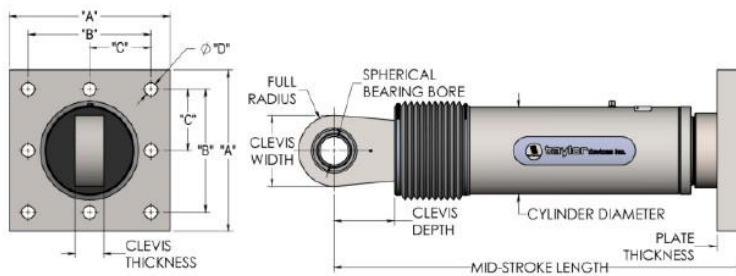
BELLOWS MAY BE REPLACED WITH A STEEL SLEEVE AS DESIRED STROKE LENGTHS INCREASE. CONSULT TAYLOR DEVICES FOR STROKE OVER ±300mm AND/OR FOR FORCE CAPACITIES FOR STROKE LONGER THAN LISTED IN TABLE.

FORCE (kN)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	SPHERICAL BEARING BORE DIAMETER (mm)	MID-STROKE LENGTH (mm)	STROKE (mm)	CLEVIS THICKNESS (mm)	BEARING THICKNESS (mm)	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (mm)	CLEVIS DEPTH (mm)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (mm)	WEIGHT (kg)
250	17120	36.10	667	±75	43	33	100	83	114	41
500	17130	50.80	1067	±100	55	44	127	102	150	62
750	17140	57.15	1194	±100	59	50	155	129	184	136
1000	17150	69.85	1238	±100	71	61	185	160	210	193
1500	17160	76.20	1315	±100	77	67	205	162	241	250
2000	17170	88.90	1575	±125	91	78	235	191	285	408
3000	17180	101.60	1575	±125	142/117*	89	325/286*	210	350	705
4000	17190	127.00	1880	±125	142	111	325	210	425	1202
6500	17200	152.40	2134	±125	154	121	350	305	515	1860
8000	17210	177.80	2242	±125	178	135	415	317	565	2495

* DENOTES MODEL WITH DIFFERENT CLEVIS SIZES ON EACH END.



FLUID VISCOUS DAMPERS & LOCK-UP DEVICES CLEVIS – BASE PLATE CONFIGURATION, METRIC UNITS



NOTE:
VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE, FROM ±50 TO ±900 mm.
FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR STROKE LONGER THAN STROKE LISTED IN THE TABLE. ANY STROKE CHANGE FROM THE STANDARD STROKE VERSION DEPICTED CHANGES THE MIDSTROKE LENGTH BY 5 mm PER ±1 mm OF STROKE.

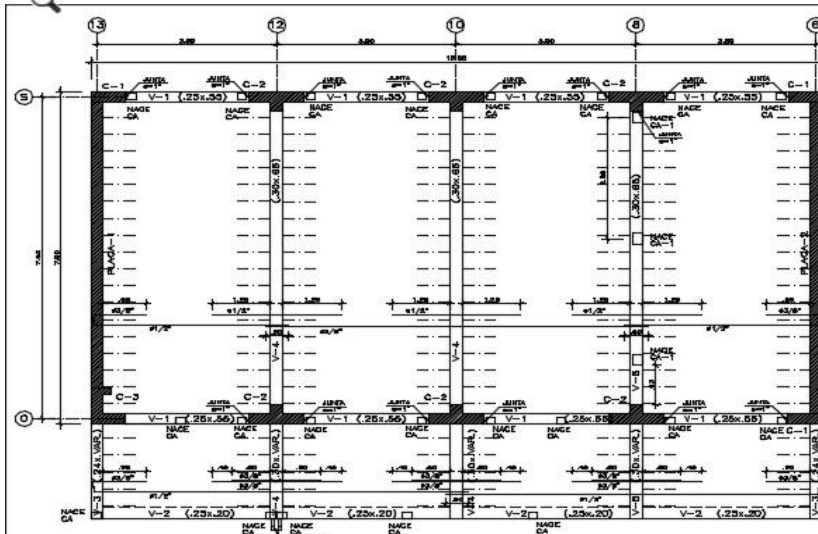
EXAMPLE: 1000kN±100mm STROKE, MID-STROKE LG IS 1048mm
1000 kN ± 150 mm STROKE, 150-100= 50, 50*5=250
1048+250 = 1298 mm MID-STROKE LENGTH

BELLOWS MAY BE REPLACED WITH A STEEL SLEEVE AS DESIRED STROKE LENGTHS INCREASE. CONSULT TAYLOR DEVICES FOR STROKE OVER ±300 mm AND/OR FOR FORCE CAPACITIES FOR STROKE LONGER THAN LISTED IN TABLE.

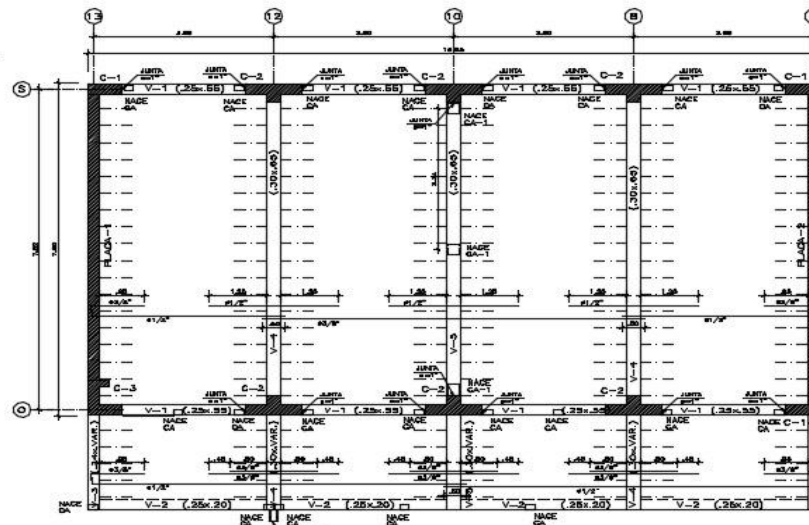
FORCE (kN)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	SPHERICAL BEARING BORE DIAMETER (mm)	MID-STROKE LENGTH (mm)	STROKE (mm)	CLEVIS THICKNESS (mm)	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (mm)	CLEVIS DEPTH (mm)	BEARING THICKNESS (mm)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (mm)	WEIGHT (kg)	"A" (mm)	"B" (mm)	"C" (mm)	"D" (mm)	PLATE THICKNESS (mm)
250	17120	38.10	787	±75	43	100	83	33	114	44	178±3	127±.25	†	20.6±.25	38±.76
500	17130	50.80	997	±100	55	127	102	44	150	98	282±3	203±.25	†	31.8±.25	38±.76
750	17140	57.15	1016	±100	59	155	129	50	184	168	343±3	254±.25	127±.25	28.7±.25	61±.76
1000	17150	69.85	1048	±100	71	185	150	61	210	254	419±3	318±.25	159±.25	31.8±.25	76±1.5
1500	17160	76.20	1105	±100	77	205	162	67	241	306	432±3	330±.25	165±.25	34.9±.25	76±1.5
2000	17170	88.90	1346	±125	91	230	191	78	286	500	457±3	343±.25	171.5±.25	38.1±.25	102±1.5
3000	17180	101.60	1441	±125	117	290	203	89	350	800	608±3	406±.25	203±.25	41.4±.25	102±1.5
4000	17190	127.00	1645	±125	142	325	273	111	425	1088	**	**	**	**	**
6500	17200	152.40	1752	±125	154	350	305	121	515	1930	**	**	**	**	**
8000	17210	177.80	1867	±125	178	415	317	135	565	2625	**	**	**	**	**

† DENOTES 4 HOLE PATTERN, MEANING NO CENTER HOLES.
** CONSULT FACTORY FOR DIMENSIONS.

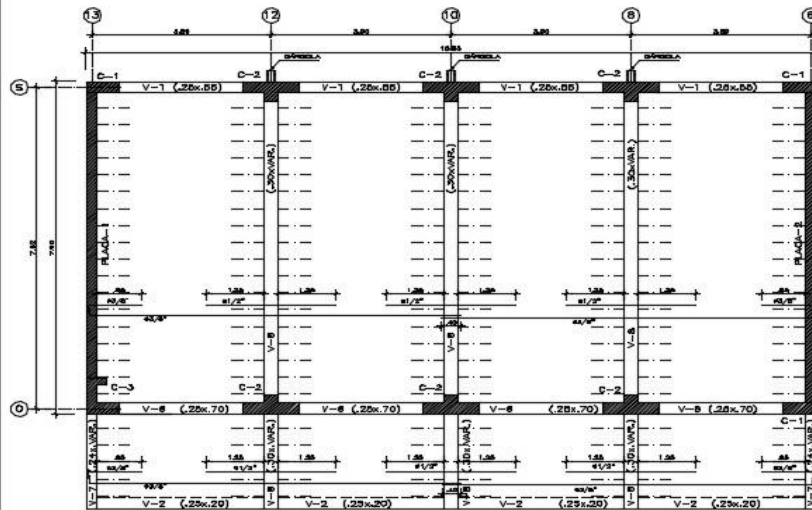
ANEXO 05 - PLANO ESTRUCTURAL, PABELLÓN "E"



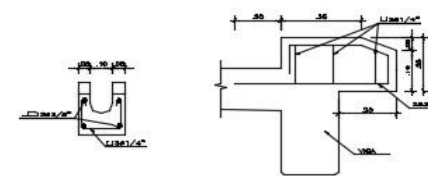
ALIGERADO PRIMER PISO ESCALA 1/50
 ALIGERADO H=20 S/c=250 Kg/m²
 S/c=400 Kg/m² (CORRECTOR)



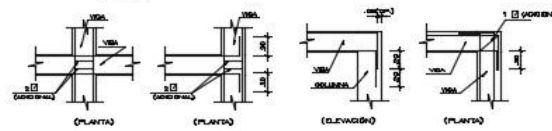
ALIGERADO SEGUNDO PISO ESCALA 1/50
 ALIGERADO H=20 S/c=250 Kg/m²
 S/c=400 Kg/m² (CORRECTOR)



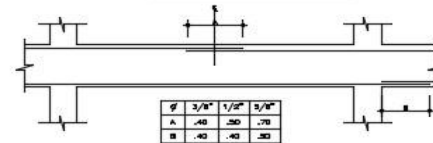
ALIGERADO TERCER PISO ESCALA 1/50
 ALIGERADO H=20 S/c=100 Kg/m²



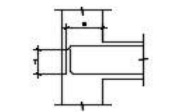
DETALLE TÍPICO DE GÁRGOLA ESCALA 1/10



ENTREGAS TÍPICAS DE VIGAS
 NO ESPECIFICADAS EN LAMINAS

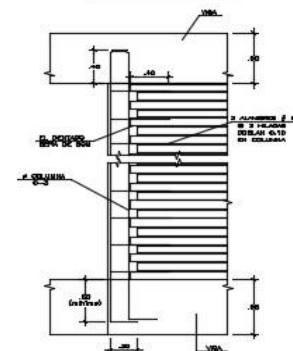


TRASLAPES DE VIGAS NO ESPECIFICADAS EN LAMINAS

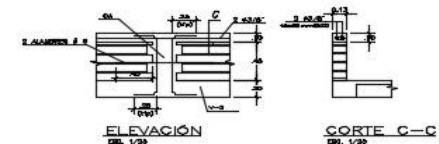


#	S	T
3/8"	21cm	12cm
1/2"	28cm	15cm
5/8"	33cm	20cm
3/4"	42cm	25cm

LONGITUD DE ANCLAJE Y GANCHO ESTÁNDAR



DETALLE ARMADURA Y ENTREGA DE COLUMNA CA-1 EN SEGUNDO Y TERCER PISO ESC. 1/20

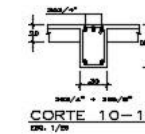
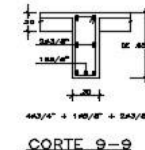
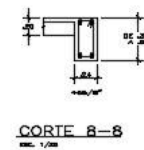
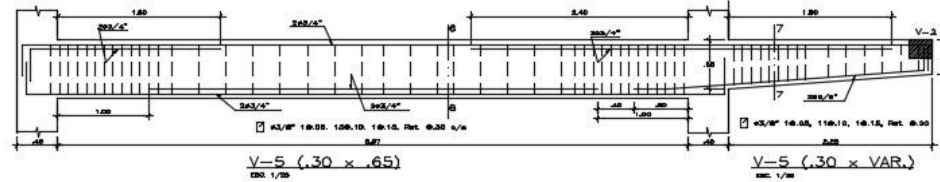
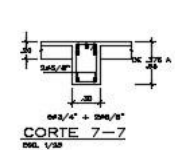
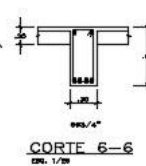
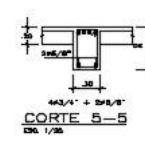
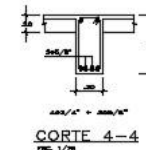
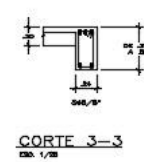
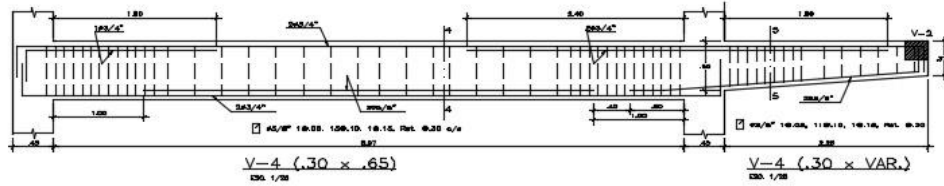
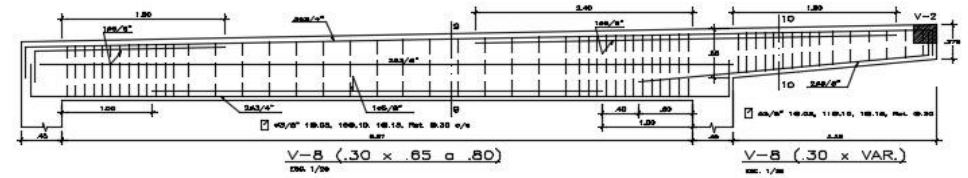
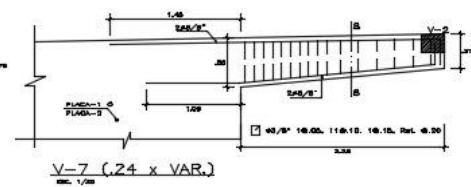
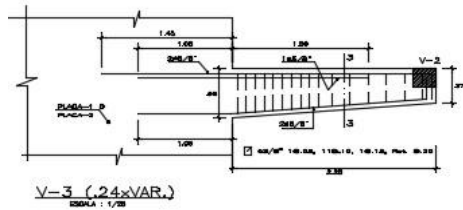
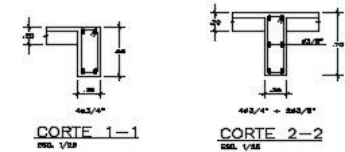
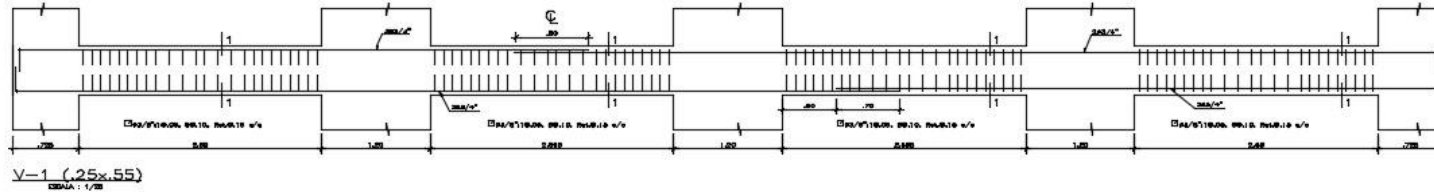
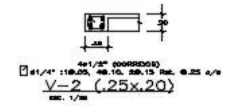
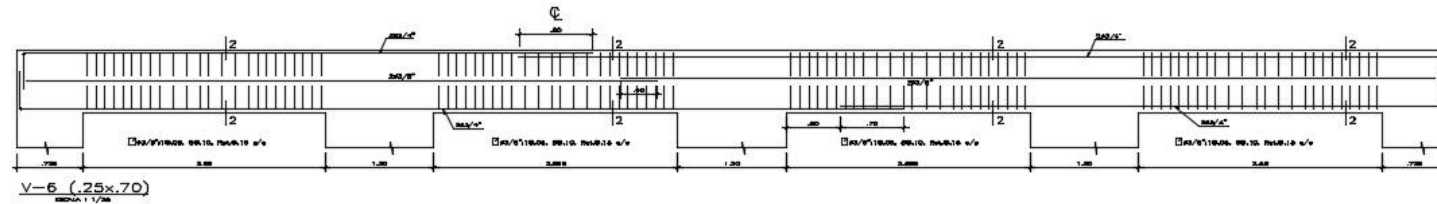


DETALLE DE PARAPETO EN VOLADO ESC. 1/20

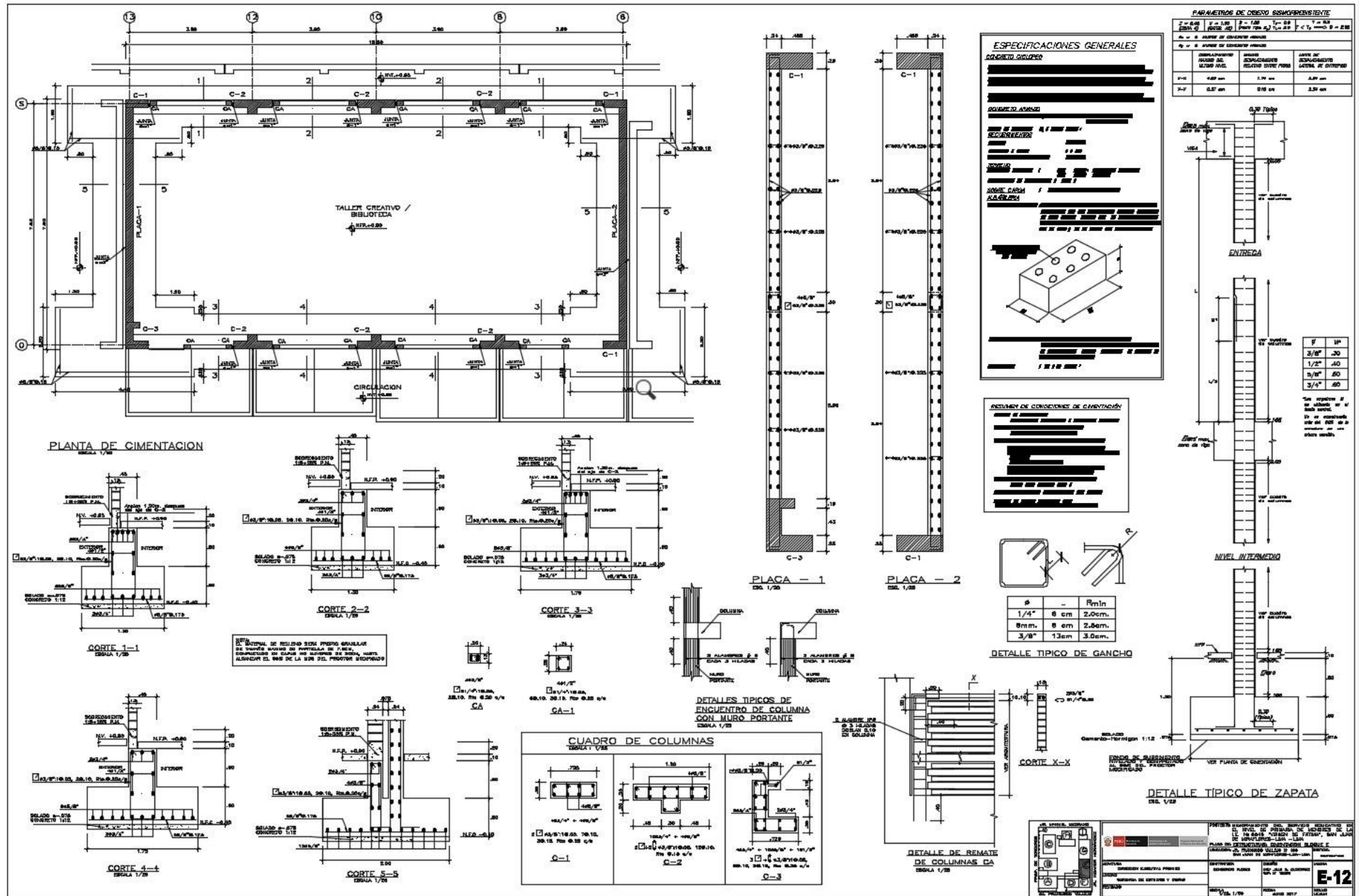


DETALLE TÍPICO DE ALIGERADO (H=20 cm) ESCALA 1/10

	INSTITUCIÓN EJECUTORA MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA SUBDIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA	INSTITUCIÓN EJECUTORA MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA SUBDIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA	INSTITUCIÓN EJECUTORA MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA SUBDIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA
	INSTITUCIÓN EJECUTORA MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA SUBDIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA	INSTITUCIÓN EJECUTORA MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA SUBDIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA	INSTITUCIÓN EJECUTORA MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA SUBDIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA DIVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA



	INSTITUTO VENEZOLANO DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SECTOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA PLAN DE DESARROLLO NACIONAL - LÍNEA DE POLÍTICA NACIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DIRECCIÓN NACIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		PROYECTO DE INGENIERÍA DEL SECTOR PRODUCTIVO DEL SECTOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA PLAN DE DESARROLLO NACIONAL - LÍNEA DE POLÍTICA NACIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DIRECCIÓN NACIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
	INGENIERO RESPONSABLE PROYECTO INGENIERO COLABORADOR INGENIERO DE CALIFICACIÓN Y SEÑAL INGENIERO DE CALIFICACIÓN Y SEÑAL	INGENIERO RESPONSABLE ELABORACIÓN INGENIERO COLABORADOR INGENIERO DE CALIFICACIÓN Y SEÑAL INGENIERO DE CALIFICACIÓN Y SEÑAL	INGENIERO RESPONSABLE ELABORACIÓN INGENIERO COLABORADOR INGENIERO DE CALIFICACIÓN Y SEÑAL INGENIERO DE CALIFICACIÓN Y SEÑAL	INGENIERO RESPONSABLE ELABORACIÓN INGENIERO COLABORADOR INGENIERO DE CALIFICACIÓN Y SEÑAL INGENIERO DE CALIFICACIÓN Y SEÑAL
E-14				



ANEXO 06 - PANEL FOTOGRÁFICO









