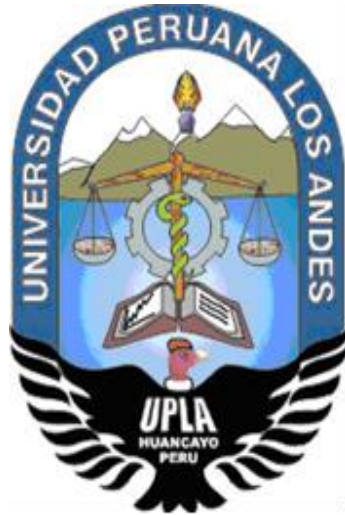


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANALISIS SISMORESISTENTE CON DISIPADORES DE
ENERGIA VISCOSOS TAYLOR PARA EL SISTEMA
ESTRUCTURAL MIXTO EN LA INFRAESTRUCTURA
EDUCATIVA CHIRAS**

Presentado por:

Bach. MUNIVE LLIHUA, GEAN MICHAEL

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas Tecnologías y procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2020

FALSA PORTADA

ING. VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANO
ASESOR

DEDICATORIA

Doy todo mi corazón a mis padres, porque sin ellos no tendría éxito. Sus bendiciones diarias me protegen a lo largo de mi vida y me guían por el camino correcto. Por eso les dedico mi trabajo de investigación en agradecimiento a su paciencia y amor.

Bach. Munive Lihua, Gean Michael

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su apoyo en cada decisión y proyecto, por permitirme alcanzar la excelencia en el desarrollo de esta tesis y finalmente agradecer a la vida cada día, como indica la vida, lo bella y justa que es.

Bach. Munive Lihua, Gean Michael

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADOS

Dr. Rubén Darío Tapia Siguera
Presidente

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza
JURADO

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla
JURADO

Ing. Christian Mallaupoma Reyes
JURADO

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

INDICE

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE DE TABLA	X
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE CUADROS	XIV
INDICE DE ILUSTRACIONES	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVII
CAPÍTULO I	19
1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.1. Planteamiento del problema.....	19
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	20
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Justificación.....	21
1.3.1. Justificación practica	21
1.3.2. Justificación científica	21
1.3.3. Justificación metodológica	21
1.4. Delimitaciones.....	22
1.4.1. Delimitación Espacial.....	22
1.4.2. Delimitación Temporal.....	22
1.4.3. Delimitación conceptual.....	22
1.5. Limitaciones	23
1.5.1. Limitación de espacio	23
1.5.2. Limitación de tiempo.....	23
1.6. Objetivos de la investigación.....	23
1.6.1. Objetivo general	23

1.6.2. Objetivos específicos.....	23
CAPÍTULO II	24
2. MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes de la investigación.....	24
2.1.1. Antecedentes Internacionales	24
2.1.2. Antecedentes Nacionales	25
2.2. Marco conceptual.....	27
2.3. Definición de términos.....	48
2.4. Formulación de Hipótesis.....	48
2.4.1. Hipótesis General	48
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	48
2.5. Variables	49
2.5.1. Definición conceptual de las variables.....	49
2.5.2. Definición operacional de las variables	49
2.5.3. Operacionalización de variables.....	50
CAPÍTULO III	52
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.1. Método de investigación	52
3.2. Tipo de investigación	52
3.3. Nivel de Investigación	52
3.4. Diseño de la investigación.....	53
3.5. Población y muestra.....	53
3.5.1. Población.....	53
3.5.2. Muestra.....	53
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
3.6.1. Criterio de validez y confiabilidad de los instrumentos	54
3.7. Procesamiento y análisis de la información	54
3.7.1. Procesamiento de la información	54

3.7.2. Trabajo de campo y gabinete	55
3.7.3. Procesamiento de datos	55
3.8. Informe de investigación	55
3.8.1. Características de la zona	55
3.8.2. Topografía	56
3.8.3. Área del terreno	56
3.8.4. Mecánica de suelos	57
CAPITULO IV	58
4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	58
4.1. Predimensionamiento de elementos estructurales.....	58
4.2. Análisis sísmico estático o de fuerzas equivalentes.....	64
4.3. Sistema Estructural Aporticado Sin Optimizaciones	70
4.4. Análisis dinámico del sistema aporticado.....	74
4.5. Análisis dinámico modal espectral con $R=1$	78
4.6. Análisis sísmico modal Tiempo – Historia.....	81
4.7. Disipadores de fluido viscoso.....	87
4.8. Balance energético	104
4.9. Fuerzas actuantes en los disipadores.....	105
4.10. Máximo stroke.....	108
4.11. Análisis comparativo de los resultados	109
CAPITULO V	113
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	113
5.1. Discusión de resultados con antecedentes Internacionales.....	113
5.2. Discusión de resultados con antecedentes Nacionales	114
CONCLUSIONES.....	116
RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	118
ANEXOS	121

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Exponente de velocidad FEMA 274	35
Tabla 2. Operacionalización de variables	50
Tabla 3. Factores de predimensionamiento de viga	59
Tabla 4. Metrado de cargas de columna centrada.....	60
Tabla 5. Metrado de cargas para columna excéntrica	61
Tabla 6. Metrado de cargas para columna de esquina.....	62
Tabla 7. Cargas tributarias del sistema.....	62
Tabla 8. Predimensionamiento de columnas	62
Tabla 9. Factores de zona "Z"	66
Tabla 10. Clasificación de los perfiles de suelo	67
Tabla 11. Factor de suelo "S"	67
Tabla 12. Periodos T_p y T_I	68
Tabla 13. Categoría de las edificaciones y factor "U"	68
Tabla 14. Categoría y sistema estructural de las edificaciones	69
Tabla 15. Sistemas estructurales.....	69
Tabla 16. Periodo y masa participativa del sistema.....	71
Tabla 17. Cortante actuante estático vs dinámico	73
Tabla 18. Distorsión de entrepisos en el eje x-x	77
Tabla 19. Desplazamiento con $R=1$	80
Tabla 20. Calculo de derivas en el eje x	80
Tabla 21. Calculo de derivas de entrepiso eje "x"	81
Tabla 22. Deriva en el eje "x" sismo Ica 2007.....	84
Tabla 23. Deriva del eje "y" sismo Ica 2007.....	84
Tabla 24. Deriva del eje "x" sismo Lima 66.....	84
Tabla 25. Deriva en el eje "y" sismo Lima 66.....	85
Tabla 26. Deriva en el eje "x" sismo Lima 70.....	85
Tabla 27. Deriva en el eje "y" sismo Lima 70.....	85
Tabla 28. Resumen de desplazamiento en el eje x-x	86
Tabla 29. Resumen de desplazamientos en el eje y-y.....	86
Tabla 30. Resumen de desplazamientos en el eje x-x.....	87
Tabla 31. Niveles de movimiento sísmico.....	87
Tabla 32. Niveles de desempeño de una edificación.....	88

Tabla 33. Desplazamiento máximo del sismo de Lima	89
Tabla 34. Rigidez del brazo metálico	89
Tabla 35. Masa y peso del sistema	92
Tabla 36. Desplazamiento de modo 1 del pórtico	92
Tabla 37. Desplazamientos normalizados	92
Tabla 38. Valores de alfa y lambda.....	92
Tabla 39. Coeficiente de amortiguamiento lo lineal	93
Tabla 40. Desplazamiento del sistema con disipadores.	96
Tabla 41. Desplazamiento con disipadores sísmicos	96
Tabla 43. Fuerza cortante por piso	97
Tabla 44. Rigidez del brazo metálico	99
Tabla 45. Desplazamientos normalizados	101
Tabla 46. Fuerza actuante en cada disipador.....	105
Tabla 47. Desplazamiento con y sin disipadores	109
Tabla 48. Reducción porcentual del desplazamiento	110
Tabla 49. Derivas del sistema con y sin disipadores	111
Tabla 50. Reducción de las derivas del entrepiso	112

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de Energía en un Edificio Sin Disipadores.....	29
Figura 2. Distribución de Energía en un Edificio con Disipadores	29
Figura 3. Clasificación de los Sistemas Modernos de Protección Sísmica.....	30
Figura 4. Clasificación de los disipadores de energía	31
Figura 5. Componentes de disipadores viscosos	32
Figura 6. Corte de un disipador viscoso	33
Figura 7. Detalle de la cabeza del pistón.....	33
Figura 8. Funcionamiento de los disipadores viscosos	34
Figura 9. Angulo de inclinación y desplazamiento del disipador de energía	36
Figura 10. Fuerza VS velocidad del disipador	37
Figura 11. Comportamiento de un pórtico ante un sismo	39
Figura 12. Disipador de energía viscoso en un pórtico de análisis.....	39
Figura 13. Desplazamiento del disipador viscoso en diferentes tiempos	40
Figura 14. Comportamiento de un pórtico ante un sismo con identificación de un péndulo Invertido.....	40
Figura 15. Desplazamiento Vs. fuerza ante un disipador viscoso (curva histerica) .	41
Figura 16. Disposición chevron	42
Figura 17. Refuerzos adicionales del chevron.....	42
Figura 18. Disposición diagonal	43
Figura 19. Disposición diagonal	44
Figura 20. Configuraciones del disipador viscoso	44
Figura 21. Conexiones en la posición diagonal	46
Figura 22. Fuerza vs disipación ante un sismo	47
Figura 23. Modelo 3d del sistema aporticado en el etabs 2016	63
Figura 24. Modelo 3d del sistema de aporticado en el etabs 2016	64
Figura 25. Zonas sísmicas de Perú.....	65
Figura 26. Modelo 3d del sistema aporticado en el etabs 2016	70
Figura 28. Diseño del acero en planta de los elementos estructurales	77
Figura 31. Deriva de entrepiso eje x $R=1$	81
Figura 32. Distribución de disipadores en diagonal en pórticos	90
Figura 33. Relación de velocidad vs fuerza de disipador	90
Figura 34. Introducción de los valores de disipadores.....	94

Figura 35. Cortante por piso en el sistema con disipadores.....	97
Figura 36. Diagramas Histereticos	97
Figura 37. Distribución de disipadores	100
Figura 38. Introducción de los valores de los disipadores	103
Figura 39. Diagrama general.....	104
Figura 40. Participación de energía.....	104
Figura 42. Máxima fuerza aplicada al disipador	108
Figura 43. Desplazamiento con y sin disipadores	110
Figura 44. Comparativo con y sin disipadores sísmicos.....	112

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista de sismos para evaluar un sistema	82
Cuadro 2. Proceso de escalado en el seísmo signal.....	82
Cuadro 3. Aceleraciones máximas de registro escalado.....	83
Cuadro 4. Sismo Lima 66 escalado.....	83
Cuadro 5. Resumen de derivas	96
Cuadro 6. Selección del tipo de disparador	106
Cuadro 7. Fuerza soportada por tipo de disipador	106
Cuadro 8. Selección del tipo de disparador	107

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Provincia de Tarma - Junín.....	22
Ilustración 2. Parámetros climáticos	56

RESUMEN

En la presente tesis se ha planteado como problema general: ¿Cómo es el análisis sísmico de la edificación con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras?, siendo el objetivo general: Analizar el comportamiento sísmico de la edificación con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras. Y con la hipótesis general: El comportamiento sísmico de la edificación con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto mejoraría la infraestructura educativa Chiras.

El método de la investigación es científico, de tipo de investigación aplicada, de nivel explicativo y de diseño de la investigación no experimental – transversal. El propósito de la investigación se basará en el comportamiento sísmico de la edificación con disipadores de energía viscosa Taylor para el sistema estructural mixto.

PALABRAS CLAVES: Sismorresistente, disipador de energía, sistema estructural mixto, infraestructura.

ABSTRACT

In this thesis it has been proposed as a general problem: How is the seismic analysis of the building with Taylor viscous energy dissipators for the mixed structural system in the educational infrastructure Chiras? The general objective being: Analyze the seismic behavior of the building with Taylor viscous energy dissipators for the mixed structural system in the educational infrastructure Chiras. And with the general hypothesis: The seismic behavior of the building with Taylor viscous energy dissipators for the system Mixed structure would improve the educational infrastructure Chiras.

The research method is scientific, applied research type, explanatory level and non-experimental research design - cross-sectional. The purpose of the investigation will be based on the seismic behavior of the building with Taylor viscous energy dissipators for the mixed structural system.

KEYWORDS: earthquake resistant, energy dissipator, mixed structural system, infrastructure.

INTRODUCCIÓN

La sismicidad de nuestro país está referida al desplazamiento de dos placas tectónicas principales la de Sudamérica y Nazca, las cuales están ubicadas en el cinturón del pacífico, es por ello que todas las edificaciones soportaran fuerzas sísmicas ya que los elementos estructurales enfrentan las fuerzas sísmicas, fuerzas cortantes y sus desplazamientos los que generan unas distorsiones del sistema ya que estos van a generar daños a la estructura.

En esta investigación “Análisis sismorresistente con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras” se plantea el análisis sismo resistente para una institución educativa el cual a través de la instalación de disipadores de energía logrando reducir los efectos que produce un sismo y que la estructura se vuelva más estable.

A través del análisis de ingeniería y el modelado estructural, es posible definir el comportamiento institucional con y sin disipadores de energía de Taylor, que se desarrolla en cinco capítulos y se desarrolla de la siguiente manera:

EL CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

Este capítulo resume el problema de investigación, identifica un problema general y problemas específicos, objetivos generales y tres objetivos específicos, con evidencia en la práctica, la ciencia y la metodología, y define los límites y limitaciones de la investigación.

EL CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

Este capítulo presenta las premisas internacionales y nacionales pertinentes a las variables de investigación, los fundamentos conceptuales que cubren la investigación, la hipótesis y el funcionamiento de las variables.

EL CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Este capítulo detalla la metodología utilizada, el tipo de estudio, la extensión del estudio, el diseño del estudio, la demografía, la muestra y el desarrollo metodológico del estudio, mostrando su ubicación y datos de coordenadas.

EL CAPÍTULO IV: ANALISIS DE DATOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

En este capítulo se detalla los resultados obtenidos del modelamiento estructural con y sin disipadores tipo Taylor evaluando sus resultados de desplazamientos, rotaciones y absorción de energía de la infraestructura.

EL CAPÍTULO V: DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se da a conocer la discusión de resultados con otras investigaciones, realizando un intercambio de valores para la utilización de disipadores tipo Taylor.

Bach. Munive Lihua, Gean Michael

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial los sismos han causado muchas pérdidas humanas y económicas en gran escala, siendo los países ubicados en el cinturón del fuego del pacífico los que más daño han recibido por encontrarse en la zona sísmica de mayor intensidad, es así como los países de Japón y Chile en el transcurso de su historia han llevado grandes movimientos sísmicos. Todos los sismos ocurridos en el mundo han dejado una enseñanza muy importante sobre su comportamiento y puso al descubierto la vulnerabilidad de las edificaciones. Las malas prácticas de la construcción han llevado que las edificaciones, se deben principalmente su falla a las malas distribuciones en su geometría a su incidencia del tipo de suelo y a un mal diseño estructural lo cual ha llevado a muchas modificaciones de normas en todo el mundo y más aún en países ubicadas en el cinturón de pacífico.

El Perú es un país ubicado en cinturón de fuego es por ello presenta una alta intensidad de sismos, cuyo historial sísmico es muy diverso y amplificado en todas las regiones, manteniendo un historial según las crónicas recopiladas el sismo de ocurrido el 28 de octubre de 1746 como registro histórico se tiene que se produjo un sismo de magnitud de 8.8 con una profundidad de 30 km, lo cual fue sentido en todo el territorio peruano en la costas del Ecuador y partes de Ciudad de México en América del Norte, quedando solo pequeñas estructuras en pie. Es por ello que se presentan una data diversa de movimientos sísmicos

y en épocas anteriores no se presentaban instrumentos de medición sísmica, realizando así estudios de investigación que hoy en la actualidad han permitido poder entender mejor los movimientos sísmicos mas no ser pronosticados, ante esa perspectiva y al no poder mitigar un fenómeno natural de nuestro planeta se ha adoptado nuevas investigaciones sobre el comportamiento de las estructuras ante estas sollicitaciones sísmicas, mejorando la ductilidad de la edificación y colocando disipadores de energía, como también amortiguadores de energía, aumentando la seguridad en las edificaciones.

En la ciudad de Tarma el 13 de febrero del 2019 se presentó un sismo de 4.5 en la escala de Richter ubicada a 23 km al sureste de Tarma a 27 km de profundidad lo cual llevo a una gran alarma en esta ciudad es por ello que las instituciones educativas que fueron diseñadas hace muchos años han presentado deterioros lo cual ha llevado a una incertidumbre en la seguridad de los alumnos de esas instituciones, ha llevado a poder analizar mejor estas edificaciones y lograr tener una mayor seguridad, es por ello que se plantea la incorporación de disipadores viscosos tipo Taylor en la institución educativa Chiras en el distrito de Huasahuasi – Tarma – Junín.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo es el análisis sísmico de la edificación con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida varía los desplazamientos con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras?
- b) ¿En qué medida varia las distorsiones con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras?

- c) ¿De qué manera se absorbe la energía con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación practica

Según (Hernandez Sampieri, 2014) “La justificación practica se debe desarrollar cuando la investigación resuelve un problema o pueda proponer estrategias al aplicarse podrán contribuir a resolverlos.”

La presente investigación ha podido contribuir en poder aumentar la seguridad de una edificación construido logrando poder reducir los desplazamientos, las distorsiones y logrando absorber la energía sísmica logrando reducir los daños y manteniendo la estructura estable ante un comportamiento sísmico.

1.3.2. Justificación científica

La presente investigación presentara un aporte en la construcción de edificaciones ya que los eventos sísmicos se han ido manifestando con mayor intensidad en los últimos años cambiando nuestra norma técnica peruana E 0.30 siendo la última modificación el 2018, lo cual ha llevado a ser más conservadores en relación a los diseños sísmicos. La incorporación de disipadores de energía tipo Taylor de fluido viscoso lograra que la estructura pueda ser sometida a eventos sísmicos de alta intensidad logrando asimilar estos disipadores la mayor energía sísmica.

1.3.3. Justificación metodológica

Según (Hernandez Sampieri, 2014) “La justificación metodológica propone sugerir las razones que pueden motivar al estudio ya que la mayoría de investigaciones efectúan un propósito definido lo cual justifique una razón suficiente para la realización de la investigación en un plazo corto o largo”.

La presente investigación está basada en el método científico lo cual pretende implementar una nueva visión de diseño de infraestructura que

pueda ayudar a reducir daños en la infraestructura, y poder volverlo más segura para las personas que utilizan estas infraestructuras.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación Espacial

La delimitación espacial para la investigación se delimita para la institución educativa Chiras ubicada en el distrito de Huasahuasi provincia de Tarma región Junín.

Ilustración 1: Provincia de Tarma - Junín.



Fuente: Elaboración propia.

1.4.2. Delimitación Temporal

La delimitación temporal de la presente fue realizada en los meses de enero hasta octubre del año 2019 haciendo de 10 meses del proceso de la investigación.

1.4.3. Delimitación conceptual

El tema de investigación estará dirigido por disipadores de energía viscoso Taylor, para lo cual se va analizar el comportamiento sísmico de la edificación con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitación de espacio

La investigación tuvo como limitación espacial que esta aplicado para la zona sísmica N°2 donde se encuentra el distrito de Huasahuasi.

1.5.2. Limitación de tiempo

La investigación tuvo como limitación temporal de 10 meses los cuales desde el mes de enero hasta el mes de octubre del 2019.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Analizar el comportamiento sísmico de la edificación con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Calcular la variación de los desplazamientos con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras.
- b) Determinar la variación de las distorsiones con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras.
- c) Calcular la absorción de la energía con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Espejel Acosta, 2017) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Estudio Analítico del comportamiento de una estructura reforzada con Disipadores Pasivos de energía, el cual fija como **objetivo** general: Conocer las mejores aproximaciones al comportamiento de la estructura y de sus elementos que los refuerzan, debido a cargas de sismos y/o viento. Empleando la **metodología** cuantitativo, diseño de la investigación no experimental-longitudinal, obteniendo como **resultado:** Los disipadores deben desarrollar Ductilidad local entre 7 y 12, con fluencia en todos ellos previo a que se forme la primera articulación plástica en un elemento de concreto reforzado, ello garantiza un mecanismo de falla de columna fuerte-viga débil , y finalmente **concluyo:** Para el refuerzo estructural de una edificación se modifica equilibradamente las características estructurales, para proporcionar un aceptable desempeño sísmico, para ello es necesario identificar las deficiencias sísmicas y adecuaciones que reduzcan las vulnerabilidades de la edificación.”

(Pardo Verdugo, 2017), presento la tesis de pregrado **Titulado:** Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal, el cual fija como **objetivo**

general: Estudiar y analizar el control de respuesta de estructuras sometidas a temblores. Empleando la **metodología** de investigación explicativo, cuantitativo, de diseño no experimental- transversa, obteniendo como **resultado:** disminución de desplazamientos, aceleración y velocidades que se presentan en cada piso, además y finalmente **concluyo:** Los ensayos a tensión el PET presenta una resistencia 4,5 veces mayor registrada por la del PP. Determinó también que el PET tiene mayor absorción de energía además de determinar que la adición de PET disminuye la resistencia.

(Fernando Farfán & Danovis Rincón, 2018), presento la tesis de pregrado **Titulado:** Modelo didáctico de una estructura utilizando disipadores de energía de fluido viscoso, el cual fija como **objetivo general:** Elaborar un modelo cualitativo que permitirá diferenciar el comportamiento de dos estructuras, una de estas convencional y otras modificada con un sistema de disipadores de energía fluido viscoso sometida a una simulación de un evento sísmico. Empleando la **metodología** de investigación aplicativo, cuantitativo, obteniendo como **resultado:** los estudiantes pudieron identificar los disipadores de fluido viscoso, y su capacidad de absorber la energía ante la incitación sísmica y finalmente **concluyo:** Las escalas permiten recrear las características reales de un sismo, además simula las condiciones reales de dicha estructura sometida al sismo dándonos de manera didáctica suficiente para analizar de forma cualitativa el comportamiento.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Fuente Sadowski, 2017) presento la tesis de pregrado **Titulado:** Análisis sísmico de una edificación con disipadores de fluido viscoso, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar las mejoras de una estructura aporticada con disipadores de energía. Empleando la **metodología** de Investigación Aplicada, obteniendo como **resultado:** la edificación con refuerzos se comporta mejor ante un sismo severo ante una edificación sin refuerzos, y finalmente **concluyo:** Un balance de energía en un sistema tradicional no disipa ya que el riesgo de colapso es alto en la

estructura, pero si la estructura esta reforzada con disipadores estos absorben la energía obteniendo menos daños en la edificación.

(Morales Díaz & Contreras Balbaro, 2017) presento la tesis de pregrado

Titulado: Protección de una edificación existente con disipadores de energía, el cual fija como **objetivo general:** Desarrollo de disipadores en forma general con fluido viscoso para presentar como aplicación de reforzamiento de una estructura de Educación. Empleando la **metodología** en combinación con la investigación explicativa, y de diseño no experimenta-longitudinal obteniendo como **resultado:** al analizar la estructura reforzada se obtiene la derivada máxima de 4% y esta presentará daños moderados según Hazus (HAZ1999), y finalmente **concluyo:** Por las características propias de la época de construcción en la que se realizó dicha estructura quedaría dañada s alcanzaría la derivada de 12% ante el sismo de 500 años, sin reforzar.

(Quispe Huaman & García Urrutia, 2019) presento la tesis de pregrado

Titulado: Reforzamiento sísmico mediante el uso de disipadores históricos tipo Shear Link Bozzo en un edificio de 14 niveles en la ciudad de Lima, el cual fija como **objetivo general:** Mejorar respuestas sísmicas utilizando disipadores de tipo históricos tipo Shear Link Bozzo (SLB) en una edificación de catorce niveles en la ciudad de Lima. Empleando la **metodología** en combinación con la investigación explicativa, cuantitativa y de diseño de la investigación No experimental - longitudinal obteniendo como **resultado:** La respuesta sísmica de la estructura reforzada sísmicamente con disipadores históricos tipo Shear Link Bozzo (SLB) cumpliendo satisfactoriamente con el refuerzo, y finalmente **concluyo:** El análisis no lineal se aprobó la absorción de energía sísmica en un 40%. Permitiendo que la estructura absorba considerablemente, asiendo cumplir también dentro del parámetro con la Norma Técnica Peruana E0.30.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Sistemas De Diseño Sismo Resistente

Para obtener un comportamiento adecuado de la estructura frente a sismos, el diseño puede plantearse de dos maneras. Primero vendría a ser una base de un diseño convencional, para que pueda crear estructuras rígidas y dúctiles; esto quiere decir, poder incursionar el rango inelástico. (Fuente Sadowski, 2017)

Se consigue empleando sistemas estructurales aporricados, duales, elementos de reforzamiento entre ellas tenemos arriostres metálicos, etc. Esto permite que la estructura pueda resistir las sollicitaciones sísmicas.

Dentro de este primer enfoque debemos tomar en cuenta criterios como el suelo de fundación, ya que influye en el comportamiento dinámicamente de la estructura; material que se emplea, como el acero. La adecuada estructuración del proyecto, esto evita que haya irregularidades en las elevaciones y en la planta de la estructura.

Se espera en este enfoque que las estructuras, al someterse a sismos de magnitudes antas, raros y moderados, se presenten de comportamiento inelástico. Al realizarse este trabajo de inelasticidad, la estructura sufre daños estructurales, y mayormente son irreparables. Caso que, en estructuras especiales como hospitales, compañía de bomberos entre otros, dichos daños no son permitidos.

Segunda forma para diseñar edificaciones sismo-resistentes es incorporando dispositivos de disipación de energía, incrementando el amortiguamiento, esto permite reducir velocidades, aceleraciones y desplazamientos laterales.

2.2.2. Balance Energético

En la presente Ecuación muestra la relación de la conservación de la energía de una estructura en una excitación sísmica.

$$E_L = E_K + E_S + E_A + E_D$$

- ✓ E_L = Energía absoluta de entrada del movimiento sísmico.
- ✓ E_K = Energía cinética.
- ✓ E_S = Energía de deformación elástica recuperable.
- ✓ E_A = Energía de amortiguamiento.
- ✓ E_D = Energía irrecuperable disipada por el sistema estructural a través de la inelasticidad.

Para que la estructura pueda soportar solicitaciones sísmicas, la capacidad debe ser mayor que la demanda sísmica. Esto quiere decir que la energía de entrada (E_L) debe ser disipada por la suma de energías cinética (E_K), elástica (E_S), de amortiguamiento (E_A) e inelasticidad (E_D), si la energía de entrada es constante, se evidenciara el desempeño estructural de dos formas:

Método convencional, esto quiere decir aumenta su rigidez y su ductilidad en el sistema estructural, incrementando así la energía por deformación inelástica (E_D).

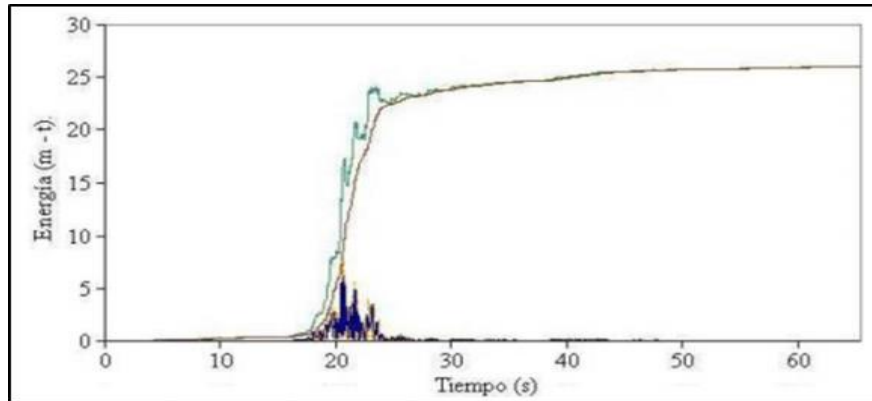
Incrementa el amortiguamiento interno (E_A), incorporando los dispositivos suplementarios en lugares estratégicos.

En la primera alternativa representa el diseño clásico, donde se trabaja en función de la resistencia y ductilidad de la estructura y esta pueda soportar diferentes solicitaciones sísmicas. El ingeniero se apoya en el amortiguamiento inherente de la estructura, entre ellas oscila 1% y 5% (edificaciones de concreto armado). Este diseño permite un grado de daño en la estructura, pero sin llegar al colapso.

En la segunda alternativa anexa la estructura dispositivos suplementarios, ellos maximizan el amortiguamiento de la estructura, reduciendo la disipación de energía a través de la inelasticidad (E_D) en diferentes elementos estructurales, como columnas y placas, evitando posibles fallas o daños en las estructuras.

En la siguiente figura se muestra un balance energético de una estructura sin disipadores de energía sísmica en la que se puede observar que la energía de entrada es absorbida por la estructura.

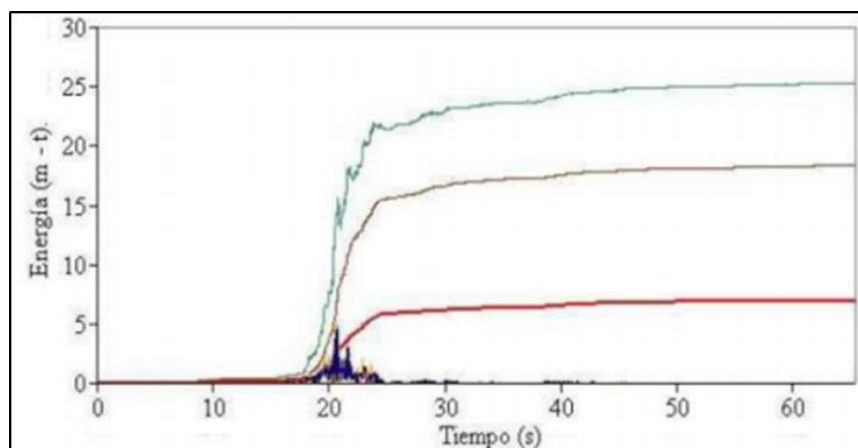
Figura 1. *Distribución de Energía en un Edificio Sin Disipadores*



Fuente: Edificaciones con disipadores de energía – Villarreal & Oviedo.

Observamos la energía distribuida por la misma edificación con dispositivos de disipación de energía en el diseño, la energía de amortiguamiento aumenta, reduciendo la disipación de energía de ductilidad. El color verde representa la energía de ingreso, de color mostaza la energía que absorbe el material, de color rojo la energía que absorbe el disipador de energía, de color amarillo la energía cinética y de color azul la energía potencial.

Figura 2. *Distribución de Energía en un Edificio con Disipadores*



Fuente: Edificaciones con disipadores de energía – Villarreal & Oviedo.

2.2.3. Sistemas Modernos De Protección Sísmica

En la actualidad se emplean diferentes sistemas de protección sísmica que controla los desplazamientos de la estructura como:

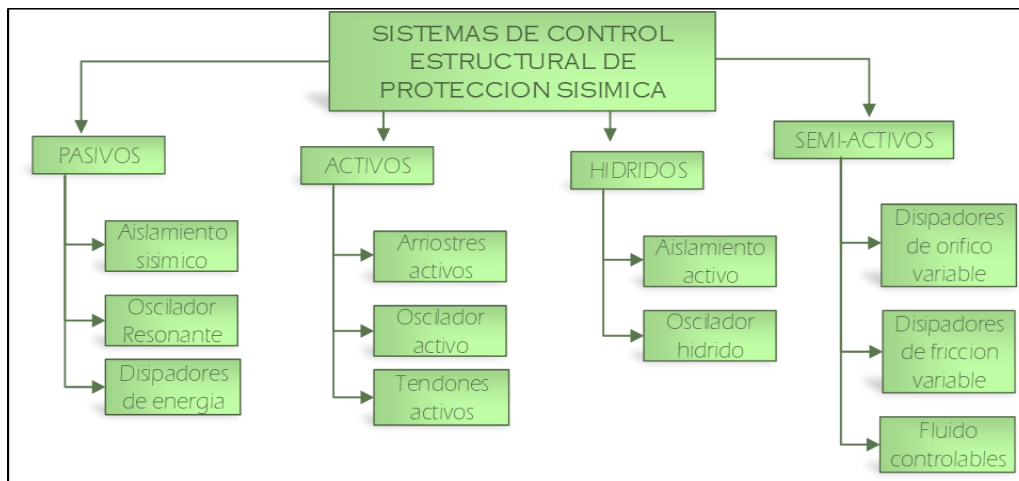
Dispositivos anexados a la estructura que disipen la energía de entrada.

Al iniciar la excitación sísmica, los mecanismos ejercen fuerzas que lo neutralizan.

Los dispositivos modifican las propiedades y la dinámica de la estructura, reduciendo la energía de entrada y evitar así la resonancia.

El sistema de control se clasifica en 4 grupos: Sistemas Pasivos, Sistemas Activos, Sistemas Hídricos, Sistemas activos.

Figura 3. Clasificación de los Sistemas Modernos de Protección Sísmica

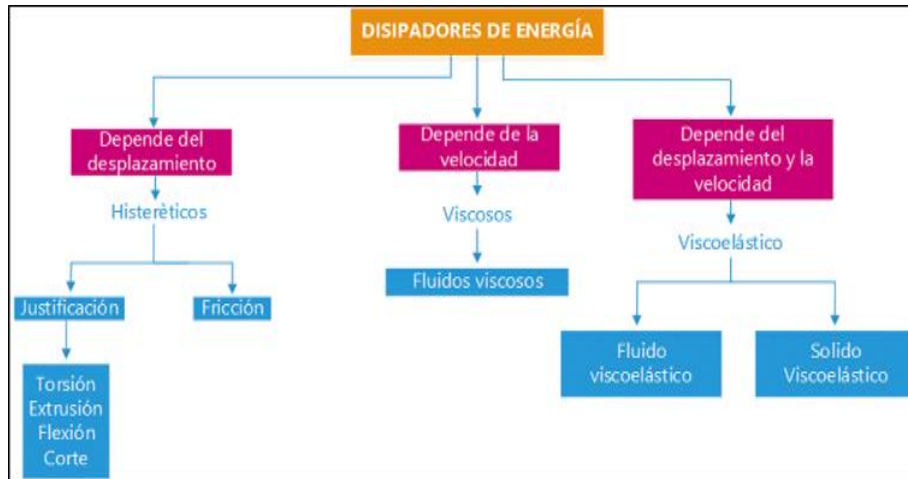


Fuente: Sistemas de Protección Sísmica Estudio Comparativo Económico de Edificios con Aislamiento Sísmico

Los disipadores de energía son dispositivos, que disipan cantidades mayores de energía, para que los elementos estructurales no se exijan. Los dispositivos captan la fuerza sísmica por el comportamiento plástico de metales, la fricción bajo presión, deformaciones de polímeros, pérdida de energías con fluidos viscosos que circular por orificios evitando así el impacto total en el edificio, reduciendo las deformaciones de la estructura. El ASCE 7-10 en su capítulo 18 señala que se clasifican en 3 categorías según su comportamiento: dependientes del

desplazamiento, dependientes de la velocidad y dependientes del desplazamiento y de la velocidad.

Figura 4. Clasificación de los disipadores de energía



Fuente: Ingeniería Estructural, motor del desarrollo en América, marco de Integración y Sustitución

2.2.4. Disipadores de Fluido Viscoso

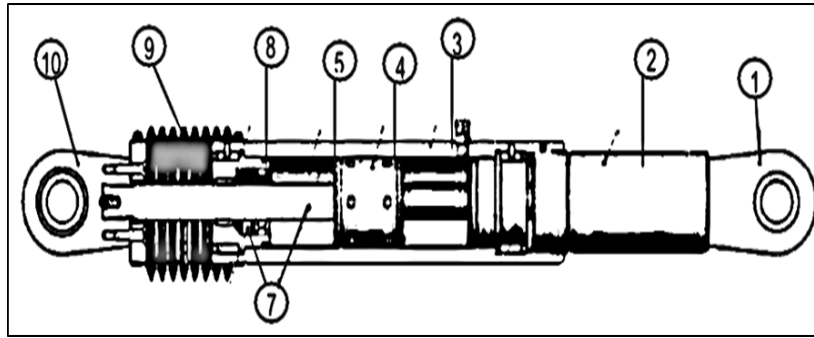
Estos disipadores son dispositivos que no dependen del desplazamiento, pero sí de la velocidad, por la que la rigidez de la estructura varia. Actualmente fabrican: Kajima Corporation de Japón y Taylor Devices Incorporation de Estados Unidos.

Ambos disipan energía mediante fluido (aceite o silicona).

Se emplearon disipadores viscosos Taylor, en esta investigación ya que es la principal fabricante a nivel mundial y por encontrar con facilidad. Estos disipadores se manufacturan desde hace 50 años aproximadamente. Taylor Devices Inc., con sede en Nueva York, es un fabricante de disipadores de energía para defensa y militar, desde 1987.

Hasta el momento hay 240 estructuras con disipadores viscosos para un mejor comportamiento estructural ante sismos o de viento.

Figura 5. Componentes de disipadores viscosos

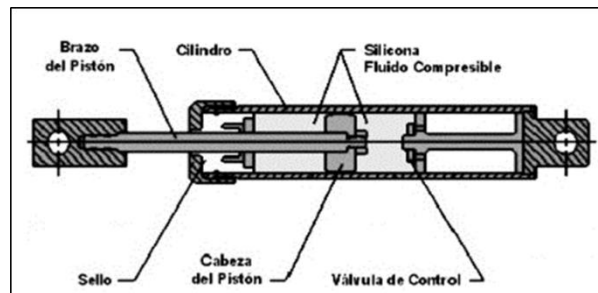


Fuente: Tecnología Sísmica

1. Sellos / rodamientos de sello, juntas dinámicas.
2. Tapa con tratamiento térmico de aleaciones de acero, protegido contra la corrosión a través de placas o pintura.
3. Fuelle, nylon reforzado de neopreno.
4. Cojinete esférico forjado con aleación de calidad aeronáutica.
5. Cilindro con tratamiento térmico de aleaciones de acero, protegido contra la corrosión a través de placas o pintura.
6. Cabeza del pistón de acero sólido o de bronce.
7. Fluido viscoso, silicona incompresible.
8. Vástago de acero inoxidable.
9. Horquilla final con tratamiento térmico de aleaciones de acero con protección contra la corrosión.
10. Acero al carbono forjado en aluminio con protección contra la corrosión.

El disipador de fluido viscoso representado en la siguiente figura consiste en dos elementos: Pistón y un cilindro de alta resistencia (de acero inoxidable). En el interior del cilindro existe un flujo similar a las siliconas (resiste al fuego y es estable a los cambios de temperatura).

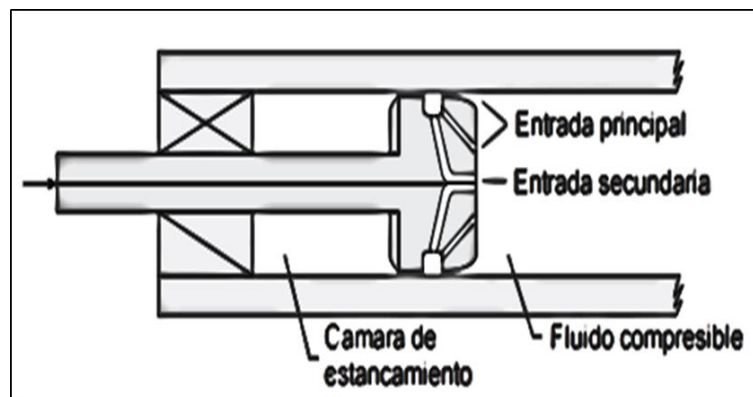
Figura 6. Corte de un dissipador viscoso



Fuente: Sistemas hídricos – Diseño de edificio en Latinoamérica y Ecuador

El pistón tiene en uno de sus bordes una cabeza pequeños orificios como se muestra en la figura.

Figura 7. Detalle de la cabeza del pistón

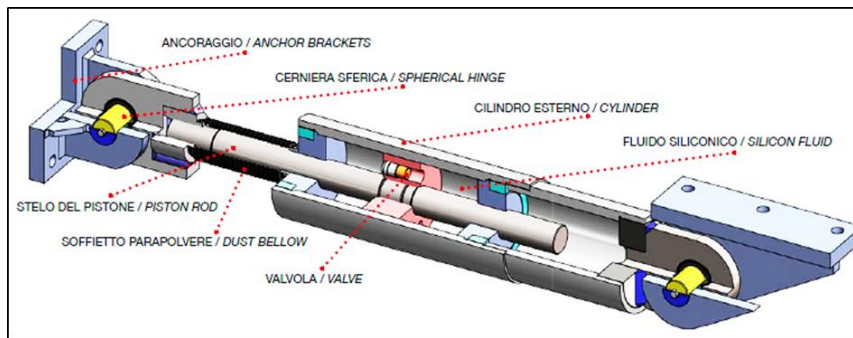


Fuente: Blog del Departamento de Tecnología

Ante un sismo el pistón se desliza dentro del cilindro, ante ello el fluido pase de una cámara a otra, así como se muestra en la siguiente imagen, y a su vez genera una presión diferencial, la que así genera el amortiguamiento.

Por el desplazamiento interno del pistón general la energía cinética en calor, por la cual produce la contracción y la expansión termina del fluido, debido a este efecto el cilindro contiene una cámara de acumulación, y esta permite compensar la variación del fluido (volumen).

Figura 8. Funcionamiento de los disipadores viscosos



Fuente: Puentes Ferroviarios. Tipologías - Construblog

2.2.5. Ecuación General

El trabajo de estos disipadores es simple como ya se mencionaba, ya que durante en sismo de la estructura experimenta desplazamientos relativos entre los pisos, por lo que generan aceleraciones, movimientos en los dispositivos viscosos, también regulando el paso de fluidos a través de orificios pequeños, al circular este fluido de una cámara a otra, así rápidamente se disipa la energía sísmica.

La fuerza que generada cada disipador viscoso se caracteriza por la ecuación siguiente:

$$F = CV^\alpha$$

- ✓ F = Fuerza en el disipador
- ✓ C = constante de amortiguamiento
- ✓ V = velocidad relativa en el amortiguador
- ✓ α = coeficiente que varía entre 0.4 y 0.6 para edificaciones.

Como se puede observar esta Ecuación no cuenta con ninguna fuerza de resorte. La velocidad varía por la fuerza del disipador. Para una velocidad continua, la fuerza será la misma en cualquier punto. Para el valor del coeficiente de amortiguamiento (C) de dispositivos no lineales se emplea la siguiente ecuación por FEMA 274.

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

- ✓ 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 (con nuestro sismo de diseño)
- ✓ θ_j = ángulo de inclinación del disipador j
- ✓ A = amplitud de desplazamiento del modo fundamental (desplazamiento modal de la losa del último nivel)
- ✓ ω = frecuencia angular
- ✓ m_i = masa del nivel i
- ✓ ϕ_i = desplazamiento del nivel i (con nuestro sismo de diseño)

El parámetro λ es dependiente del valor del exponente de velocidad y el FEMA 274 nos facilita la siguiente tabla:

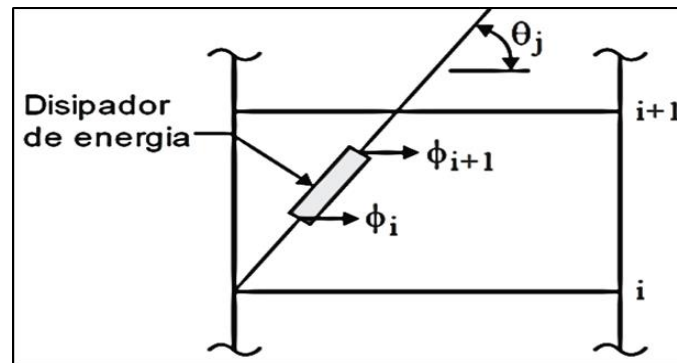
Tabla 1. Exponente de velocidad FEMA 274

EXPONENTE α	PARAMETRO λ
0.25	3.70
0.50	3.50
0.75	3.30
1.00	3.10
1.25	3.00

Fuente: Elaboración Propia

El ángulo de inclinación θ_j y el desplazamiento relativo del disipador de ϕ_{rj} se muestran en la siguiente.

Figura 9. Angulo de inclinación y desplazamiento del disipador de energía



Fuente: Prevención de Terremotos mediante disipador de energía

Se considera un coeficiente de amortiguamiento iguales para todos los dispositivos. Al conocer las demás variables se puede utilizar la misma.

De la manera que despejando tenemos:

$$\sum C_i = \frac{\beta_h \cdot 2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} (\sum m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$$

El valor de $\square H$ depende del amortiguamiento el que se desee conocer, calculando de las siguientes formas:

1. Determinar el factor de reducción de respuesta B.

$$B = \frac{D_{m\acute{a}x}}{D_{objetivo}}$$

2. Para obtener la distorsión máxima $D_{m\acute{a}x}$. se analiza tiempo-historia para el sismo de diseño, y para la distorsión objetivo $D_{objetivo}$ por la Norma de Diseño Sismo-Resistente E030 o distorsión de metodología HAZUS.

$$B = \frac{2.31 - 0.41 \ln(\beta_0)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff})}$$

β_0 = es el amortiguamiento inherente de la estructura, usualmente se fija en 5% para estructuras de concreto armado.

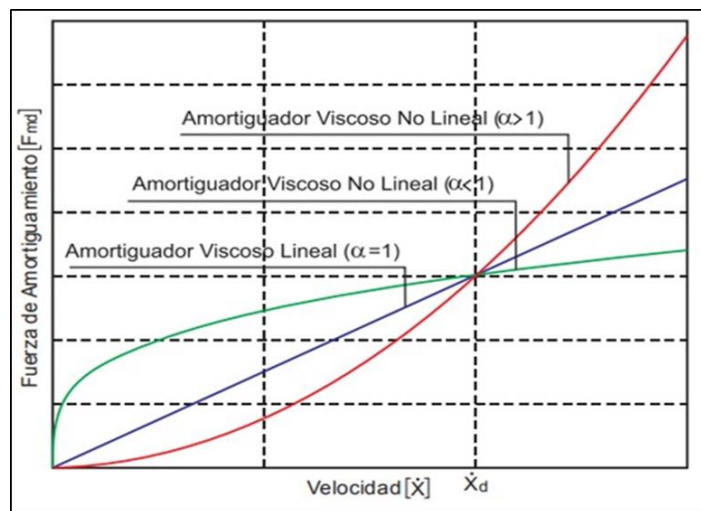
De esta manera, se obtiene el amortiguamiento efectivo, este incluye la acción del disipador de energía y el amortiguamiento inherente de la estructura.

Descontando el amortiguamiento inherente se obtiene el amortiguamiento viscoso que requiere.

$$\beta_H = \beta_{eff} - 5\%$$

El exponente " α ", define la reacción del dispositivo ante los impactos de la velocidad, determina histórico de los disipadores. Los disipadores viscosos llamados "disipadores lineales" tienen un valor $\alpha = 1$, la fuerza del disipador es proporcional a la velocidad relativa. Los disipadores de $\alpha = 1, \alpha > 1$, son los disipadores no lineales. $\alpha < 1$ minimizan los pulsos de alta velocidad, $\alpha > 1$, son empleados en edificaciones por necesitar altas velocidades para incrementar la fuerza que el disipador genera.

Figura 10. Fuerza VS velocidad del disipador



Fuente: Banco de ensayo de amortiguadores

En esta figura se puede observar la eficiencia del Disipador Viscoso No lineal. $\alpha < 1$; para pequeñas velocidades desarrolla mayor fuerza de amortiguamiento.

El valor del exponente de velocidad α está en el rango de 0.3 a 1.0. Los valores de demostrados a ser los más empleados para el diseño sísmico de edificios y de puentes que están en el orden de 0.4 a 0.5. En el caso de puentes con bajas sollicitaciones sísmicas, se emplear un valor de $\alpha = 2$, mientras que las estructuras diseñadas bajo cargas de viento se suelen emplear valores en el rango de 0.5 a 1.

2.2.6. Rigidez Del Dispositivo “K” (Rigidez Del Brazo Metálico)

Este dispositivo solo depende de la velocidad para la dinámica de la estructura. Por ello la modelación se debe considerar la rigidez del sistema con un valor muy alto. Esto debido a que la rigidez axial de este es mucho mayor que la del disipador. La rigidez de este brazo se calcula con la ecuación siguiente.

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

- ✓ E - módulo de elasticidad del acero
- ✓ A - área de la sección del brazo metálico
- ✓ L - longitud del brazo metálico

Es importante que tenga un área (A), para minimizar deflexiones elásticas en el brazo y maximizar las del disipador, de esta manera logra, que el dispositivo se active ante una excitación sísmica.

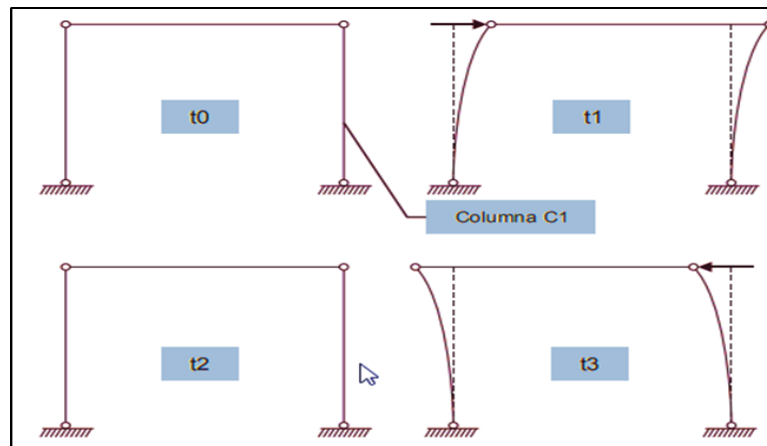
Asimismo, es importante que tenga momento de inercia (I) para que tenga suficiente resistencia contra el pandeo de compresión.

En el perfil metálico es muy común emplear perfiles del tipo HSS o PIPE, por estética y por las facilidades que se obtiene en la instalación.

2.2.7. Comportamiento Desplazamiento Vs Fuerza

El pórtico mostrado en la figura siguiente. Al ser expuesto por una carga sísmica experimenta desplazamientos y sale del equilibrio (t0), para un tiempo (t1) alcance su desplazamiento máximo, en ese instante la estructura comienza a trasladarse hacia dirección contraria, en un tiempo (t2) regresa nuevamente al equilibrio para que posteriormente alcance nuevamente el desplazamiento máximo (t3).

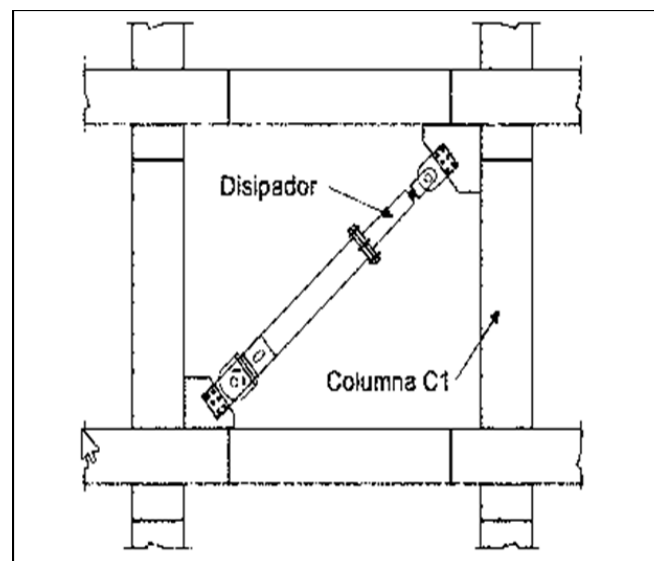
Figura 11. Comportamiento de un pórtico ante un sismo



Fuente: Mecanismos de ciencia para sistemas estructurales en acero - Goel - Chao

En este mismo pórtico se anexa un disipador de energía viscoso como se muestra en la siguiente figura.

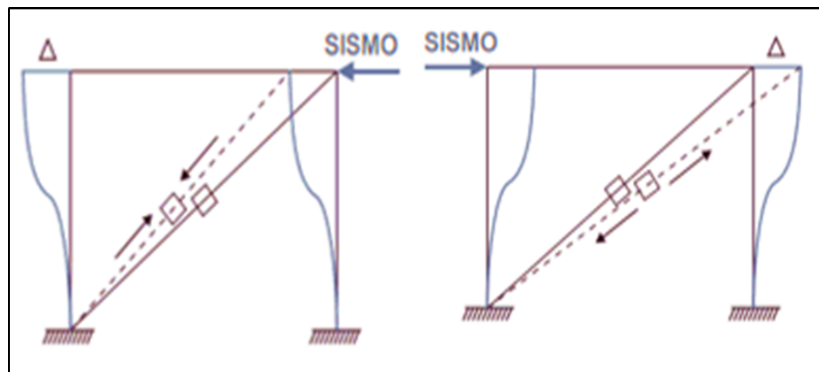
Figura 12. Disipador de energía viscoso en un pórtico de análisis



Fuente: Aislación Sísmica MiChA - acero

Cuando el pórtico llegue a su desplazamiento máximo (t1), la elongación en el dispositivo (producto de la fuerza de tracción) será máxima, cuando el pórtico regresa al equilibrio (t2), las deformaciones en el dispositivo serán igual a cero, ya que también regresa a su posición inicial, y nuevamente la deformación en el disipador (por la fuerza de compresión) será máxima en el tiempo (t3).

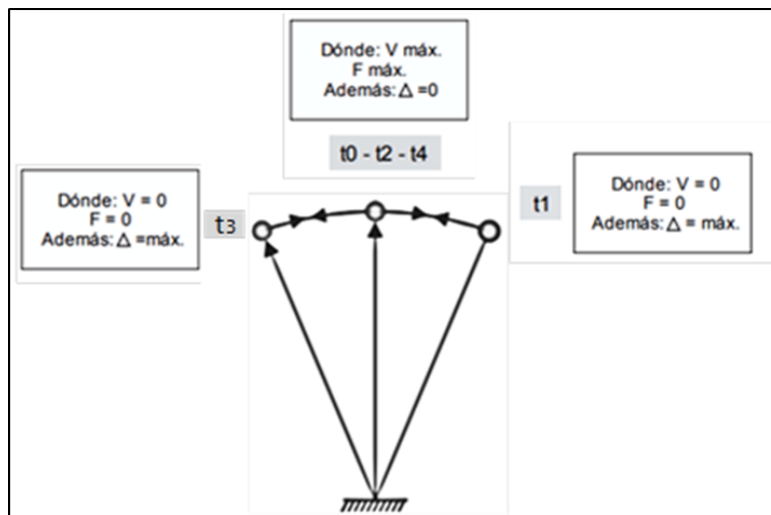
Figura 13. Desplazamiento del disipador viscoso en diferentes tiempos



Fuente: CDV Ingeniería Sísmica

El comportamiento del pórtico es como si fuera un péndulo invertido como se muestra a continuación, donde la fuerza F y Δ son desplazamientos del dispositivo.

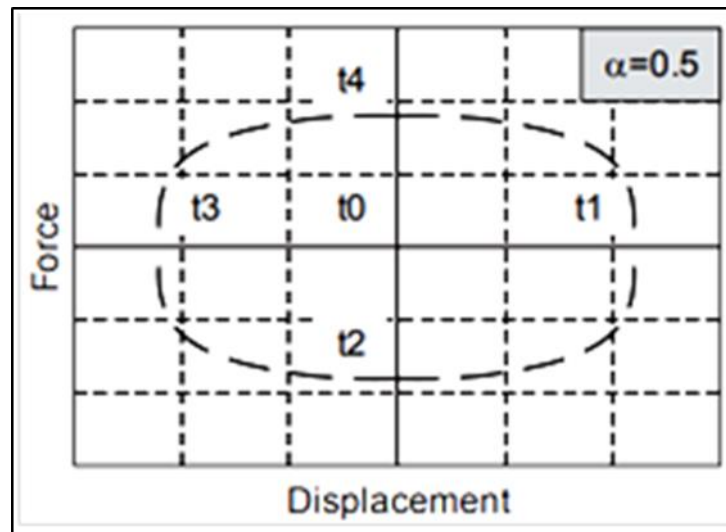
Figura 14. Comportamiento de un pórtico ante un sismo con identificación de un péndulo Invertido



Fuente: Sistemas de Control de Respuesta Sísmica en Edificaciones

Los disipadores viscosos dependen de la velocidad para disipar energía, la fuerza que genera en estos dispositivos es $\alpha F = CV$. cuando el pórtico llegue a su 18 desplazamiento máximo (t_1) y (t_3), la fuerza de amortiguamiento en el dispositivo viscoso será igual a cero. Asimismo, la fuerza máxima de amortiguamiento ocurre cuando la velocidad es máxima y esto se da cuando el pórtico está en equilibrio (t_2), y el desplazamiento en las columnas es cero. Así la curva histérica o curva desplazamiento vs fuerza del disipador viscoso queda expresada como se muestra.

Figura 15. Desplazamiento Vs. fuerza ante un dissipador viscoso (curva histérica)



Fuente: Desempeño sísmico de un pórtico

2.2.8. Criterios de ubicación

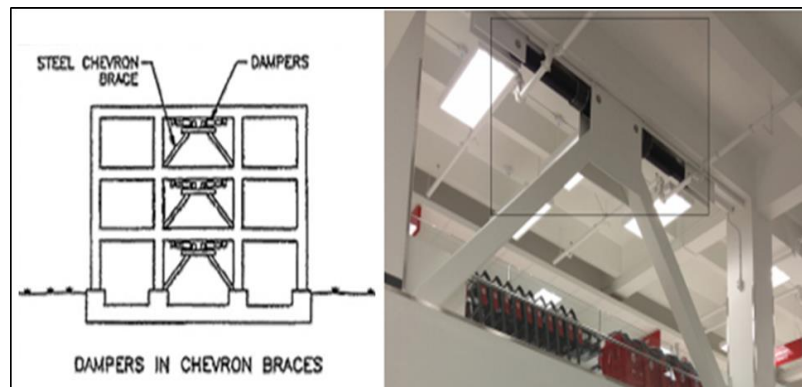
Los dissipadores viscosos se consiguen luego de un proceso iterativo, esto quiere decir que el diseñador debe probar diversas ubicaciones y modelos. Por ello se cuenta con la arquitectura y el edificio; por lo que se realiza un trabajo conjunto del diseño estructural y la arquitectura.

La Norma ASCE 7-10 en su capítulo 18 da algunas recomendaciones que se deben tomar en cuenta:

- ✓ La estructura no debe presentar irregularidades.
- ✓ Se deben emplear dos dispositivos en la dirección a reforzar.
- ✓ Se deben disponer de los dispositivos en todos los niveles.
- ✓ - Se debe buscar la simetría para no generar torsión.

Entre las configuraciones tenemos los: Chevron y Diagonal que requieren de un brazo metálico para poderse conectar con la estructura. El chebrón se coloca de una posición horizontal que va de forma paralela con el techo, en esta posición se logra una eficiencia del 100%, ya que los dissipadores directamente absorben las fuerzas que se ejercen horizontalmente; esto quiere decir que al emplearse toda la capacidad para que los movimientos laterales sean controlados por el sismo.

Figura 16. *Disposición chevron*



Fuente: CEINCI - escuela de Ingeniería Chile

La desventaja encontrada es que se encuentran son los sobreesfuerzos que se produce al interno de la viga que se ubica cerca del disipador. Para poder controlarlos es necesario adicionar anclajes o planchas, como se puede apreciar a continuación.

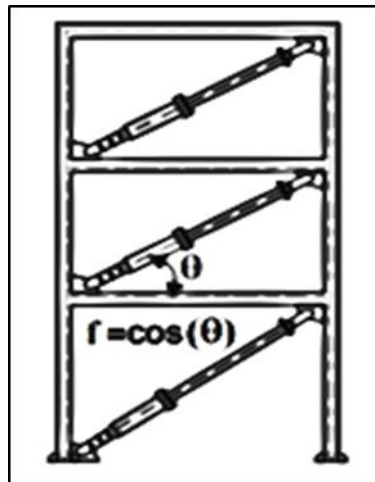
Figura 17. *Refuerzos adicionales del chevron*



Fuente: Disipadores Sísmicos - México UNAM

Al ubicarlos diagonalmente, el disipador viscoso se genera al Angulo diagonal del pórtico, tal como se muestra.

Figura 18. Disposición diagonal



Fuente: Aislación Sísmica MiChA - acero

Cabe recalcar que la posición diagonal es menos eficiente que el Chevron por lo que solo el componente horizontal solo absorbe las fuerzas horizontales. El amortiguamiento que brinda depende del ángulo de inclinación ya que el brazo de metal sostiene al disipador, mediante $f = \cos\theta$ Ya que el disipador está en la estructura mediante un nudo rígido a ello no necesita de ningún refuerzo adicional siendo así más económica, ya que solo es necesario los extensores que son los brazos metálicos, para la instalación de estos disipadores. Como no genera esfuerzo alguno puede ser instalado para nuevas estructuras y estructuras ya realizadas que requieren de reforzamientos, teniendo efectividad, así como se muestra en la siguiente imagen.

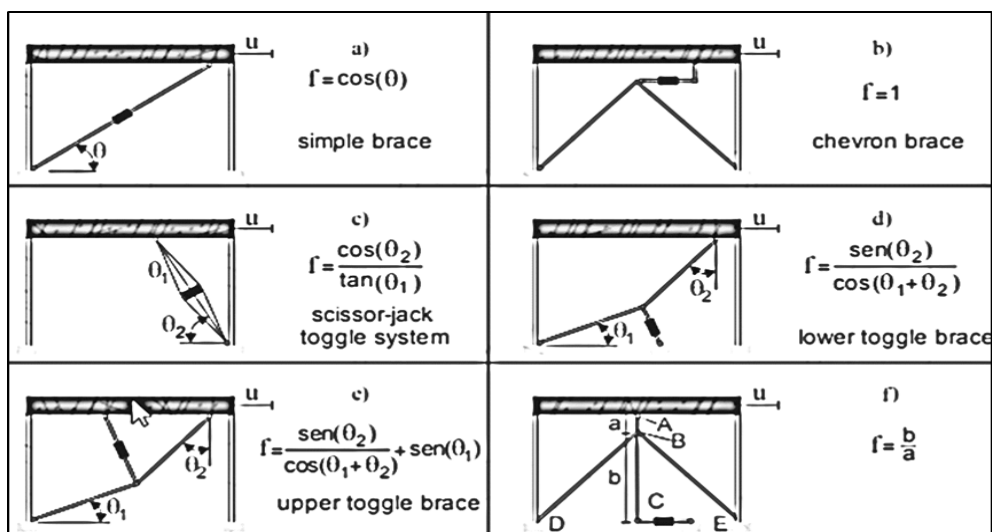
Figura 19. Disposición diagonal



Fuente: Aislación Sísmica MiChA - acero

A continuación, se muestran otros posibles arreglos que se puede realizar cuando se diseña el sistema de disipación con los disipadores viscosos.

Figura 20. Configuraciones del disipador viscoso



Fuente: *Passive control of linear Structures equipped with nonlinear viscous dampers and amplification mechanisms* – M, di Paola, G. Navarra.

2.2.9. Recomendaciones para el Diseño

Normas y requerimientos del código ASCE 7-10

“Requerimientos de diseño sísmico para estructuras con sistema de disipación” en la Norma ASCE 7-10 de su capítulo 18; plantea procedimientos de análisis estructurales provistas con disipadores.

Procedimientos no lineales

- ✓ No lineal estático
- ✓ Respuesta no-lineal tiempo-historia
- ✓ Procedimientos lineales
- ✓ Fuerza lateral equivalente
- ✓ Respuesta espectral

El procedimiento de análisis de disipadores de energía en nuestro país se basa a l análisis de la respuesta no lineal tiempo-historia.

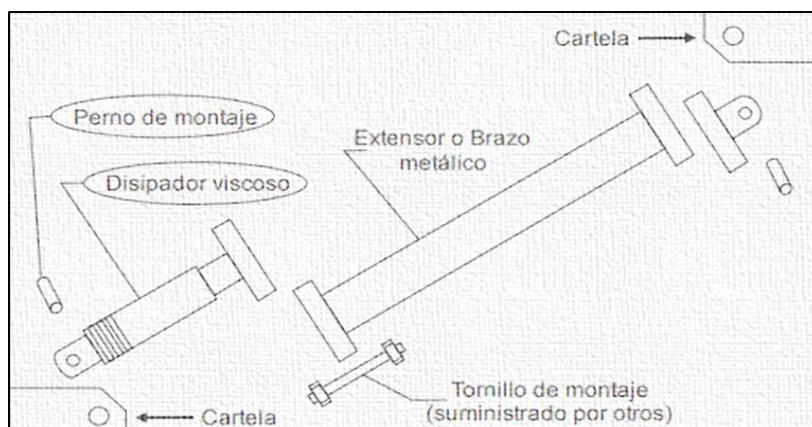
2.2.10. Recomendaciones para el Análisis Tiempo-Historia

Los registros de sismología deben ir acorde con las características de cimentaciones del proyecto. Mínimamente deben ser catorce registros sísmicos. Horizontalmente para analizar tiempo-historia, los desplazamientos, velocidades y fuerzas se podrían tomar como el promedio del análisis. Si estos 14 registros se emplean velocidades, desplazamientos y fuerzas deben ser el máximo valor del análisis tiempo-historia. Los especialistas de CDV Ingeniería sísmica recomienda que emplear seis registros sísmicos en nuestro país, donde se sebe identificar el espectro de diseño, donde R sea igual a 1, como lo señala el diseño Sismo Resistente. Los valores seleccionados para las propiedades del sistema de disipación serán ajustados para el espectro de diseño tomando variaciones de 1,5 en los análisis tiempo-historia y el análisis del espectro de diseño.

2.2.11. Recomendaciones para el diseño de Conexiones

Las conexiones para esta norma deben ser evaluadas para el diseño de resistencia que son diseñadas para resistir las velocidades, desplazamientos y fuerzas del sismo, igual a 1,5 del sismo de diseño. Para el diseño de conexiones hay elementos que son proporcionados al comprar el disipador viscoso, pero lo restante deben ser diseñados; cómo podemos observar en la gráfica siguiente:

Figura 21. Conexiones en la posición diagonal



Fuente: Taylor – SAP2000 ETABS modeling

2.2.12. Recomendaciones Para La Modelación

La base puede ser empotrada y debe ser modelada considerando las propiedades del suelo y la interacción que esta da a la estructura. El amortiguamiento inherente debe basarse al material empleado, el comportamiento de la estructura y de los elementos de la estructura. Si el amortiguamiento es mayor se toma un amortiguamiento critico de 5%.

2.2.13. Normativa

NTP E.030, Diseño sismo Resistente.

Los requisitos de Estudio de Mecánica de Suelos, para la cimentación y edificación se indica en esta norma. Se ejecutan estos estudios de Mecánica de Suelos para la estabilidad de las obras.

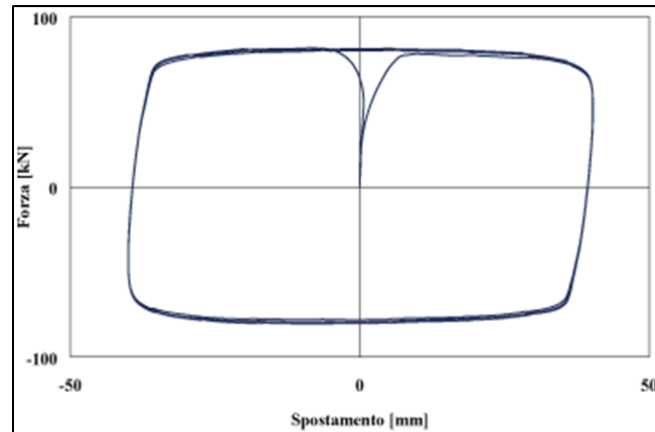
En el Reglamento Nacional de Edificaciones no hay la elección de sostenimiento de la estructura con muros anclados. Tampoco se especifican propiedades que puedan servir como guía para decidir la metodología.

Disipadores de fluido viscoso. Los fluidos viscosos de serie OP y OTP son dispositivos en forma de cilindro/pistón las cuales a través de las fuerzas de reacción del fluido siliconado permiten la disipación de la energía que fluye por las válvulas.

El OTP a diferencia del OP, sin tener una resistencia apreciable permite las dilataciones.

La fuerza-velocidad no es lineal, esto quiere decir que $F = Cv \propto$ donde, F es la fuerza, C es la constante de disipación, v es la velocidad y $\propto = 0,15$.

Figura 22. Fuerza vs disipación ante un sismo



Fuente: Revista Italiana Geotecnica.

2.3. Definición de términos

- a. **Concreto:** mezcla de piedra, arena, agua y cemento que constituye un material de construcción resistente para bases y paredes (NTE E0.60,2019)
- b. **Concreto Armado:** Concreto con armadura en una cantidad igual o mayor que requiere en la Norma en la que los materiales resisten esfuerzos (NTE E0.60, 2019)
- c. **Desplazamiento Estructural:** Las distancias que existen entre las posiciones iniciales y finales del movimiento. En una línea recta siempre se representa el desplazamiento, en la cual tiene una dirección que coincide con esa línea recta.
- d. **Distorsiones o Derivas:** debido a las fuerzas laterales produce una Deformación Angular.
- e. **Fuerza Cortante o Fuerza Cortante basal:** Permite determinar la fuerza lateral total Como las fuerzas de inercia que induce a un sistema de N-grados de libertad distribuidos a diferentes alturas de la estructura.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El comportamiento sísmico de la edificación con disipadores de energía viscosos Taylor para el sistema estructural mixto mejoraría la infraestructura educativa Chiras.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) Los desplazamientos con disipadores de energía viscosos Taylor se reduciría para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras.
- b) La variación de las distorsiones con disipadores de energía viscosos Taylor se reduciría para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras.
- c) La absorción de la energía con disipadores de energía viscosos Taylor aumentaría para el sistema estructural mixto en la infraestructura educativa Chiras.

2.5. Variables

Las variables se dividen en dos grupos:

- **Variable independiente** : Disipadores de energía viscosos Taylor.
- **Variables dependientes** : Análisis sismorresistente para el sistema estructural mixto.

2.5.1. Definición conceptual de las variables

a. Variable Independiente (X)

Disipadores de energía viscosos Taylor

Los disipadores son elementos que son acoplados a los pórticos estructurales de una edificación y que a través de un movimiento sísmico estos funcionan como disipadores de energía ocasionando que se genere una resistencia sobre el movimiento de la estructura. (López, 2015, p.45).

b. Variables Dependientes:

Análisis sismorresistente para el sistema estructural mixto

El análisis sismorresistente es una serie de conceptos que se integran y permiten un diseño óptimo que es capaz de poder resistir sismos razonables que se puedan presentar en un futuro en las edificaciones. (Caballero y Flores, 2016, p.84).

2.5.2. Definición operacional de las variables

a. Variable Independiente

Disipadores de energía viscosos Taylor

Los disipadores de energía viscoso Taylor se acoplarán en los pórticos los cuales permitieran reducir los desplazamientos, las distorsiones y la absorción de energía ante un evento sísmico.

b. Variable Dependiente

Análisis sismorresistente para el sistema estructural mixto

El análisis sismorresistente de una estructura para un sistema estructural mixto está referido al comportamiento de la edificación

ante un evento sísmico lo cual estará referido a su sistema estructural mixto.

2.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 2. *Operacionalización de variables*

TABLA DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
DISIPADORES DE ENERGÍA VISCOSOS TAYLOR	Los disipadores son elementos que son acoplados a los pórticos estructurales de una edificación y que a través de un movimiento sísmico estos funcionan como disipadores de energía ocasionando que se genere una resistencia sobre el movimiento de la estructura.	Los disipadores de energía viscoso Taylor se acoplarán en los pórticos los cuales permitieran reducir los desplazamientos, las distorsiones y la absorción de energía ante un evento sísmico.	Máxima Velocidad	Ficha Técnica	Determinar la velocidad máxima para el cual puede desplazarse una estructura.
			Máxima Fuerza	Ficha Técnica	Determinar la máxima fuerza para el cual puede desplazarse una estructura.
			Rango de temperatura de servicio	Ficha Técnica	Evaluar el rango de temperatura de servicio.
			Reacción con velocidad	Ficha Técnica	Delimitar la velocidad de reacción para los desplazamientos.
ANÁLISIS SISMORESISTENTE PARA EL SISTEMA ESTRUCTURAL MIXTO	El análisis sismorresistente es una serie de conceptos que se integran y permiten un diseño optimo que es capaz de poder resistir sismos razonables que se puedan presentar en un futuro en las edificaciones.	El análisis sismorresistente de una estructura para un sistema estructural mixto está referido al comportamiento de la edificación ante un evento sísmico lo cual estará referido a su sistema estructural mixto.	Desplazamiento	Deflexiones	Se mide las deflexiones con el modelamiento estructural el cual determinar los desplazamientos.
			Distorsiones	Deriva Torsional	Se mide las distorsiones con el modelamiento estructural a través de la deriva torsional.
			Absorción de Energía	Cortante Basal	Se mide la absorción de energía que será absorbida en el evento sísmico.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Según (Ezequiel, 1984), el método científico es el objeto de estudio de la epistemología, el significado de la palabra “método” ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos.

El método de investigación a utilizar para la presente tesis es el Hipotético-Deductivo.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación a usar es aplicado, y el análisis para la información recolectada será cuantitativo debido que los resultados y aportes van direccionados a la formulación y planteamiento de soluciones durante el proceso de investigación, describiendo fenómenos cuantificables como periodos, desplazamientos, fuerzas, etc.

3.3. Nivel de Investigación

La investigación a utilizar en la presente tesis es de nivel explicativo, se realiza con el objetivo de ayudar a los investigadores a estudiar el problema con mayor profundidad y entender el fenómeno de forma eficiente. Al llevar a cabo el proceso de investigación es necesario adaptarse a los nuevos descubrimientos

y nuevos conocimientos sobre el tema. Aunque no es posible obtener una conclusión, se pueden explorar las variables con un alto nivel de profundidad, Por lo tanto, iniciamos con la identificación de las características de los fenómenos que intervienen en los sistemas estructurales propuestos en la presente tesis, de la misma manera la evaluación del sistema con la aplicación de disipadores sísmicos acoplados a uno de los sistemas estructurales.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño a utilizar en la investigación es no experimental, ya que no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, por lo tanto, observaremos los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para Hernández Sampieri, (2014), “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65). Para el análisis comparativo en el diseño sismo resistente se ha elegido edificaciones de mediana altura existentes de educación, en el distrito de HUASAHUASI – TARMA.

3.5.2. Muestra

El sistema estructural (sistema aporticado) de una edificación de la institución educativa CPED-Chiras, distrito de Huasahuasi de cuatro pisos fue la muestra representativa, puesto que sus características pueden ser comunes a edificaciones con características similares.

3.5.2.1. Técnica Muestral

No probabilístico, intencional o dirigido.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos es de observación no experimental, mediante la observación del proyecto de estudio, se analizará sus características y ventajas de cada tipo de diseño sismo resistente; cuyos instrumentos será

registrado mediante hojas de cálculo Excel, software como el AutoCAD, Etabs, Cypecad, etc.

3.6.1. Criterio de validez y confiabilidad de los instrumentos

El instrumento tiene una medida de confiabilidad del tipo “Confiabilidad por test-retest aplicando el procedimiento de medida de estabilidad.

La validez del instrumento será del tipo “Validación de Contenido” mediante el procedimiento de Validación por Expertos y se invitará a 3 expertos calificados para determinar la adecuación muestral del ítem del instrumento

Asimismo, la obtención de los diversos resultados se basa en:

- a) Pruebas estandarizadas. NORMAS ASTM, NTP Y MTC, dónde encontramos los procedimientos para realizar los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido.
- b) Instrumentos para medir las propiedades del concreto en estado endurecido (prensa de concreto).

3.6.1.1. Instrumentos

Los principales instrumentos para esta investigación son:

- I. NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” – MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO.
- II. NORMAS TECNICAS PERUANAS

3.7. Procesamiento y análisis de la información

3.7.1. Procesamiento de la información

Para el análisis de los datos se utilizarán las siguientes técnicas de investigación: Se utilizará el siguiente software Excel, en el cual se procesarán cuadros y figuras estadísticas, que permitirán el procesamiento de los datos obtenidos mediante las herramientas de recolección. Estas figuras y tablas ayudarán a presentar de manera ordenada el análisis de las variables.

3.7.2. Trabajo de campo y gabinete

Para el ingreso al terreno se tuvo que coordinar con el proyectista de la parte arquitectónica de la misma manera para obtener los planos de arquitectura.

El trabajo de gabinete nos permitió evaluar los resultados de:

- a. Periodos de vibración
- b. Fuerzas cortantes
- c. Fuerza disipada por los disparadores de fluido viscoso
- d. Desplazamientos sísmicos
- e. Espectros sísmicos

3.7.3. Procesamiento de datos

Con la ayuda de los planos se realizó el metrado en hojas del Excel y con los datos obtenidos, se procedió a analizarlo mediante un modelamiento en el software Etabs 2016 y CypeCad, obteniendo de esa manera los resultados necesarios para la evaluación de esta investigación.

3.8. Informe de investigación

Al final del trabajo de gabinete, se evaluaron las diferencias observadas en cada variante para identificar una variante que proporcionara el menor desplazamiento y esfuerzo durante el sismo, de modo que esta solución pudiera considerarse una alternativa en condiciones similares en el sistema.

3.8.1. Características de la zona

En el Caserío de Chiras el clima predominante es el templado, en las partes bajas o quebradas es abrigado y frío en sus altas. Saliendo la temperatura promedio de 14°C, bajando en la época de heladas hasta los 6°C en los meses de invierno (enero a marzo (llamado invierno por que llueve mucho)).

Soplan vientos fuertes de Este a Oeste, que durante los días los vientos se desplazan de los valles a las montañas con diferente intensidad y durante las noches y la madrugada es en dirección contraria, o sea de las montañas hacia

el valle. Factores del clima en este lugar son fundamentalmente: la altitud sobre el nivel del mar (3,337 m.s.n.m); la configuración del terreno ya que representa valles, estrechos, quebradas, montículos, cumbres, etc. la abundancia de sus aguas razón por la cual hay gran evaporación y, por consiguiente, fuertes lluvias y la formación enorme de vapor de agua (nubes).

Ilustración 2. Parámetros climáticos

Temperatura media mensual (°C) de las estaciones meteorológicas														
ESTACIÓN		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
COMAS	MIN.	8,6	8,9	8,7	8,8	8,5	8,1	7,7	8,1	8,4	9,2	9,1	8,8	8,6
	PROM	9,3	9,3	9,1	9,3	8,9	8,5	8,0	8,6	8,9	9,3	9,6	9,2	9,0
	MAX.	10,0	9,9	9,8	9,9	9,3	9,0	8,4	9,2	9,2	9,6	9,8	9,3	9,5
RUNATULLO	MIN.	8,8	9,0	8,8	8,6	7,5	7,0	7,0	7,1	7,8	8,7	9,3	9,4	8,3
	PROM	9,6	9,6	9,4	9,0	8,2	7,4	7,2	7,7	8,4	9,3	9,6	9,6	8,7
	MAX.	10,3	10,2	9,9	9,4	8,7	7,8	7,4	8,4	8,7	9,7	9,7	9,7	9,2
JAUJA	MIN.	11,8	11,5	11,0	11,5	9,8	9,2	9,0	10,5	11,0	12,2	12,5	11,8	11,0
	PROM	12,3	12,3	11,8	11,8	10,8	10,1	9,8	11,1	12,0	12,7	12,9	12,6	11,7
	MAX.	13,1	12,7	12,2	12,2	11,5	10,8	10,8	12,0	13,3	13,1	13,3	13,1	12,3
RICRAN	MIN.	9,0	8,9	8,5	8,4	8,1	7,8	7,4	7,4	8,0	8,9	9,3	9,1	8,4
	PROM	9,6	9,2	9,1	8,9	8,7	8,0	7,9	8,1	8,6	9,2	9,6	9,3	8,9
	MAX.	10,2	9,9	9,8	9,8	9,3	8,2	8,6	8,7	9,2	9,6	10,1	9,5	9,4
TARMA	MIN.	13,4	12,5	13,3	13,8	12,5	12,1	12,0	12,4	13,1	13,3	13,6	14,0	13,0
	PROM	14,6	13,9	14,4	14,4	13,5	13,0	12,5	13,1	13,7	14,0	14,4	14,3	13,8
	MAX.	15,5	15,2	15,1	15,5	14,3	13,6	13,3	14,0	14,2	14,9	15,0	14,9	14,6
HUASAHUASI	MIN.	13,6	13,3	13,3	13,3	11,8	11,9	11,6	12,7	13,3	14,0	13,9	13,9	13,1
	PROM	14,0	13,8	13,9	13,7	12,7	12,0	11,9	13,0	13,6	14,3	14,6	14,1	13,5
	MAX.	14,6	14,1	14,2	14,3	13,3	12,1	12,1	13,5	14,2	14,8	15,0	14,2	13,9

Fuente: <http://www.minem.gob.pe/>

3.8.2. Topografía

El terreno donde se edificará los pabellones se encuentra principalmente en un talud, que debido a su naturaleza se tendrá que realizar la nivelación respectiva, lo concerniente a la demás infraestructura de obras exteriores (cafetín, cerco perimétrico, caseta de vigilancia, etc.) se encuentra en una superficie casi plana.

3.8.3. Área del terreno

Área del terreno : 1223.60 m²

Perímetro del terreno : 159.45 m

Linderos del terreno:

- Norte : Colinda con la carretera que va a la comunidad
- Sur : Propiedad caserío de Chiras
- Este : Colinda con el Jardín de Niños N°545

- Oeste : Colinda con el nivel primario N°30802

3.8.4. Mecánica de suelos

Se realizó la excavación de una calicata a una profundidad de 3.5 metros, encontrando las siguientes características del suelo:

1. A una profundidad de 0.5 m encontramos un relleno de suelo contaminado tipo granular, cementación fuerte, consistencia firme, color marrón oscuro con abundancia de raíz.
2. A una profundidad entre 0.8m y 1.6m nos encontramos con grava limo-arcillosa, cementación fuerte, consistencia dura. Color marrón claro, presencia de raíces, plasticidad media con bolonería de 3" - 5" en un 30% aproximadamente.
3. A una profundidad de 1.6m y 1.9m se logra visualizar grava limosa tipo calicie, cementado, color blanquecino, cementación fuerte, consistencia muy dura, color blanquecino. Presencia de bolonería de 3" – 5" en un 20% aproximadamente.
4. Entre 1.9m y 2.5m tenemos arcilla con arena y grava, cementación fuerte, consistencia firme, color marrón oscuro de alta media plasticidad en estado húmedo.
5. Por último, entre las profundidades de 2.6m y 3.5m se logra visualizar grava limosa, color grisáceo a marrón claro, cementación fuerte, consistencia dura. Presencia de bolonería de 3" – 5" en un 20% aproximadamente.

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

4.1.1. Losas aligeradas

Se realizará el Predimensionamiento de las losas aligeradas de acuerdo al ACI-2014 Y la E.060 DEL RNE mediante las siguientes formulas.

$$h = \frac{l}{25}$$

Dónde:

- h = Peralte de la losa aligerada
- L = Longitud de la luz mayor entre paños.

$$h = \frac{4.55}{25} = 0.18 \text{ m}$$

$$h = 0.18 \text{ m}$$

Para evitar las deflexiones en la losa se optará por una losa aligerada de espesor 20 cm.

4.1.2. Vigas

Estos elementos son los encargados de recibir y distribuir las cargas que se aplican sobre la losa hacia los elementos verticales (columnas, muros o placas). Para el predimensionamiento de las vigas se tendrá en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 3. Factores de predimensionamiento de viga.

Usos	Departamentos y oficinas	Garajes y tiendas	Depósitos
Sobrecargas	250	500	1000
Altura Total	$\frac{l}{11}$	$\frac{l}{10}$	$\frac{l}{8}$

Fuente: Oviedo Sarmiento, 2015

Para determinar el ancho de la viga se usará la siguiente fórmula.

$$h = \frac{ln}{11} ; b = \frac{h}{2}$$

Dónde:

- H = Peralte de la viga.
- ln= Luz máxima libre en metros.
- b = Ancho de la viga.

La edificación proyectada para esta tesis posee 8 pisos, la cual tendrá un uso de departamentos por lo que se considerará las cargas establecidas en la E.020, la que indica para el tipo de estructura un sobre carga de 250kg/m². Por lo tanto, se tendrá lo siguiente.

$$h = \frac{6.50}{11} = 0.50m; b = \frac{0.60}{2} = 0.30m$$

Se optará por: VPP=30X65 cm o VPP=35x70 cm

$$h = \frac{4.50}{11} = 0.40m; b = \frac{0.40}{2} = 0.20m$$

Se optará por: Vss=25X50 cm o Vss=30x60cm

$$h = \frac{4.50}{11} = 0.40m; b = \frac{0.40}{2} = 0.20m$$

4.1.3. Columnas

Las columnas son elementos estructurales que trabajan a flexión y compresión (flexo compresión) en el presente caso se evaluará un sistema aporticado un sistema de muros estructurales y sistema aporticado con disipadores viscoso.

Para el predimensionamiento inicial se realizó mediante la siguiente relación.

Cargas a usadas en el Metrado según la norma e0.20

Losa aligerada = 0.28tn/m².

Tabiquería = 0.15 tn/m²

Acabados = 0.20 tn/m²

Concreto = 2.40 tn/m³

CALCULO DE PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

Predimensionamiento inicial

Columna Centrada

$$b = \frac{H}{8} b = \frac{3.5}{8} = 0.44 \text{ m}$$

Columna excéntrica

$$b = \frac{H}{9} b = \frac{3.5}{9} = 0.39 \text{ m}$$

Columna esquinada

$$b = \frac{H}{10} b = \frac{3.5}{10} = 0.35 \text{ m}$$

De las dimensiones calculadas se utilizó la de mayor dimensión 0.44m. Para el predimensionamiento inicial de los elementos estructurales.

✓ COLUMNA TIPO CENTRAL

Tabla 4. Metrado de cargas de columna centrada

COLUMNA TIPO CENTRADA							
CARGA MUERTA	DIMENSIONES				CARGA (tn/m ² otn/m ³)	PISOS UND	PESO (Tn)
	b(m)	h(m)	l(m)	área(m ²)			
LOSA				25	0.28	8	56
VIGA EJE X-X	0.35	0.6	5.85		2.4	8	23.5872
VIGA EJE Y-Y	0.25	0.45	3.9		2.4	8	8.424
ACABADO				25	0.2	8	40
TABIQUERIA				25	0.15	8	30
ESTRUCTURAS METALICAS							
COLUMNAS DEL 2 AL 12 N.	0.45	0.45	3.5		2.4	7	11.907
COLUMNAS 1° NIVEL	0.45	0.45	5.00		2.4	1	2.43
MURO EJE X-X							
MURO EJE Y-Y							
						TOTAL, CM	172.3482

CARGA VIVA	DIMENSIONES				CARGA (tn/m ² o tn/m ³)	PISOS UND	PESO (Tn)
	b(m)	h(m)	l(m)	área(m ²)			
AULAS				25	0.3	7	52.5
AZOTEA				25	0.15	1	3.75
TOTAL, CV							56.25

W TRIBUTARIO (TN)	228.5982
-------------------	----------

Fuente: Elaboración Propia

✓ COLUMNA EXCENTRICA

Tabla 5. Metrado de cargas para columna excéntrica

COLUMNA EXTREMA DE UN PORTICO PRINCIPAL							
CARGA MUERTA	DIMENSIONES				CARGA (tn/m ² o tn/m ³)	PISOS UND	PESO (Tn)
	b(m)	h(m)	l(m)	área(m ²)			
LOSA				17	0.28	8	38.08
VIGA EJE X-X	0.35	0.6	5.85		2.4	8	23.5872
VIGA EJE Y-Y	0.25	0.45	3.9		2.4	8	8.424
AVABADO				17	0.2	8	27.2
TABIQUERIA				17	0.15	8	20.4
ESTRUCTURAS METALICAS						8	8
COLUMNAS DEL 2 AL 12 N.	0.45	0.45	3.5		2.4	7	11.907
COLUMNAS 1° NIVEL	0.45	0.45	5.00		2.4	1	2.43
MURO EJE X-X							
MURO EJE Y-Y							
TOTAL, CM							140.0282

CARGA VIVA	DIMENSIONES				CARGA (tn/m ² o tn/m ³)	PISOS UND	PESO (Tn)
	b(m)	h(m)	l(m)	área(m ²)			
AULAS				17	0.3	7	35.7
AZOTEA				17	0.15	1	2.55
TOTAL, CV							38.25

W TRIBUTARIO (TN)	178.2782
-------------------	----------

Fuente: Elaboración Propia

✓ COLUMNA EN ESQUINA

Tabla 6. Metrado de cargas para columna de esquina.

COLUMNA EN ESQUINA							
CARGA MUERTA	DIMENSIONES				CARGA (tn/m ² otn/m ³)	PISOS UND	PESO (Tn)
	b(m)	h(m)	l(m)	área(m ²)			
LOSA				9	0.28	8	20.16
VIGA EJE X-X	0.35	0.6	3.25		2.4	8	13.104
VIGA EJE Y-Y	0.25	0.45	2.25		2.4	8	4.86
AVABADO				9	0.2	8	14.4
TABIQUERIA				12	0.15	8	14.4
ESTRUCTURAS METALICAS						8	8
COLUMNAS DEL 2 AL 12 N.	0.45	0.45	3.5			7	4.96125
COLUMNAS 1° NIVEL	0.45	0.45	5			1	1.0125
MURO EJE X-X							
MURO EJE Y-Y							
						TOTAL CM	80.89775

CARGA VIVA	DIMENSIONES				CARGA (tn/m ² otn/m ³)	PISOS UND	PESO (Tn)
	b(m)	h(m)	l(m)	área(m ²)			
AULAS				9	0.3	7	18.9
AZOTEA				9	0.15	1	1.35
						TOTAL CV	20.25

W TRIBUTARIO (TN)	101.1478
--------------------------	-----------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. Cargas tributarias del sistema

CARGAS TRIBUTARIAS EN COLUMNAS	
COLUMNA CENTRICA (TN)	228.5982
COLUMNA EXCENTRICA (TN)	178.2782
COLUMNA ESQUINADA (TN)	101.14775

Fuente: Elaboración Propia

PREDIMENSIONAMIENTO FINAL

Tabla 8. Predimensionamiento de columnas

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

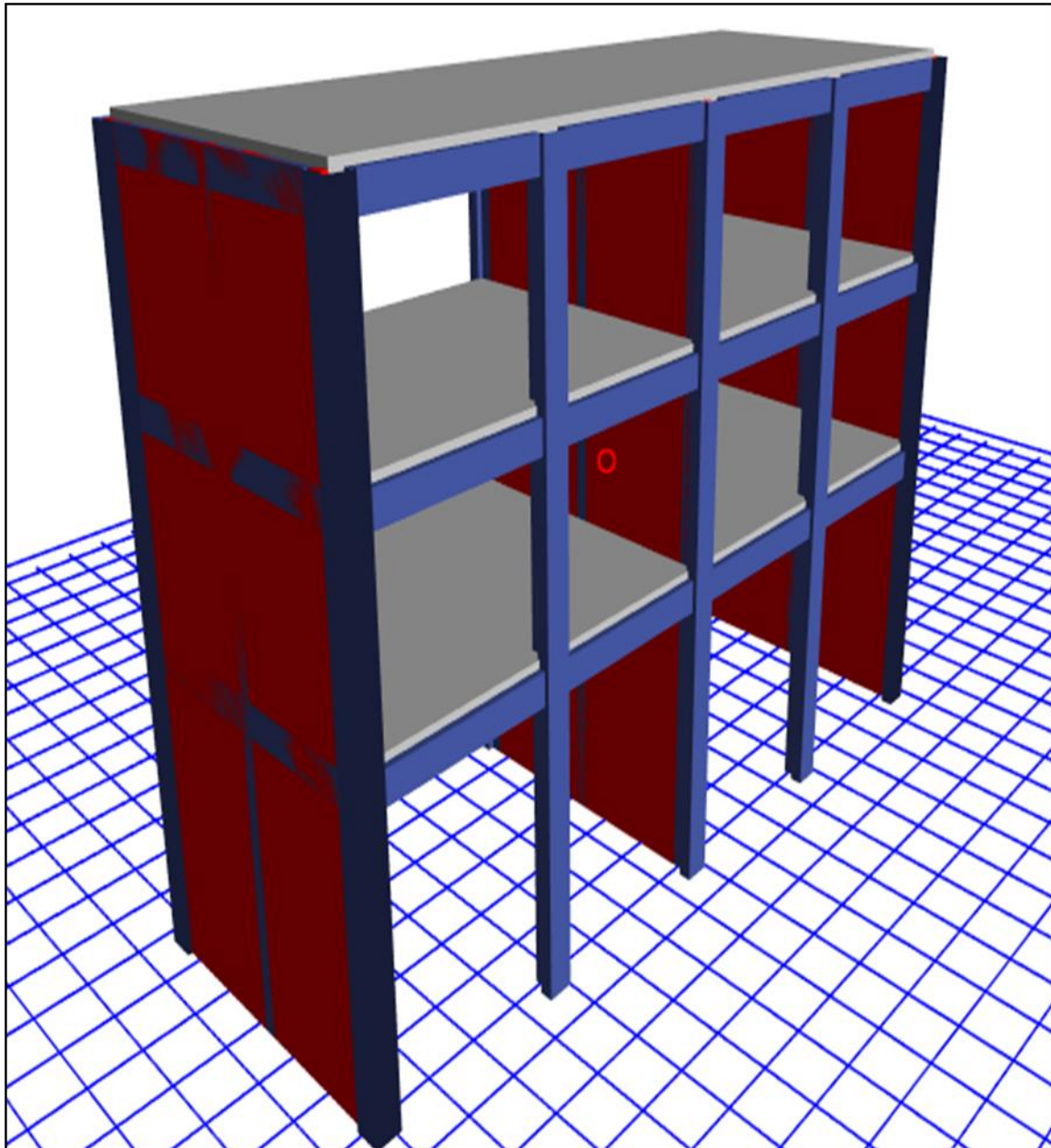
Fuente: Morales Morales Roberto, 2015

ESTRUCTURACION EN EL ETABS

Modelo estructural 3D en el Etabs 2016

Al ingresar los elementos estructurales predimensionados al software Etabs se obtiene el siguiente modelo estructural.

Figura 23. Modelo 3d del sistema aporcado en el etabs 2016



Fuente: Elaboración Propia

4.2. Análisis sísmico estático o de fuerzas equivalentes

Procedemos a ingresar las cargas de acuerdo a la E.020, destinado al tipo de uso que se le dará al sistema aporricado del cual se obtendrá lo siguiente:

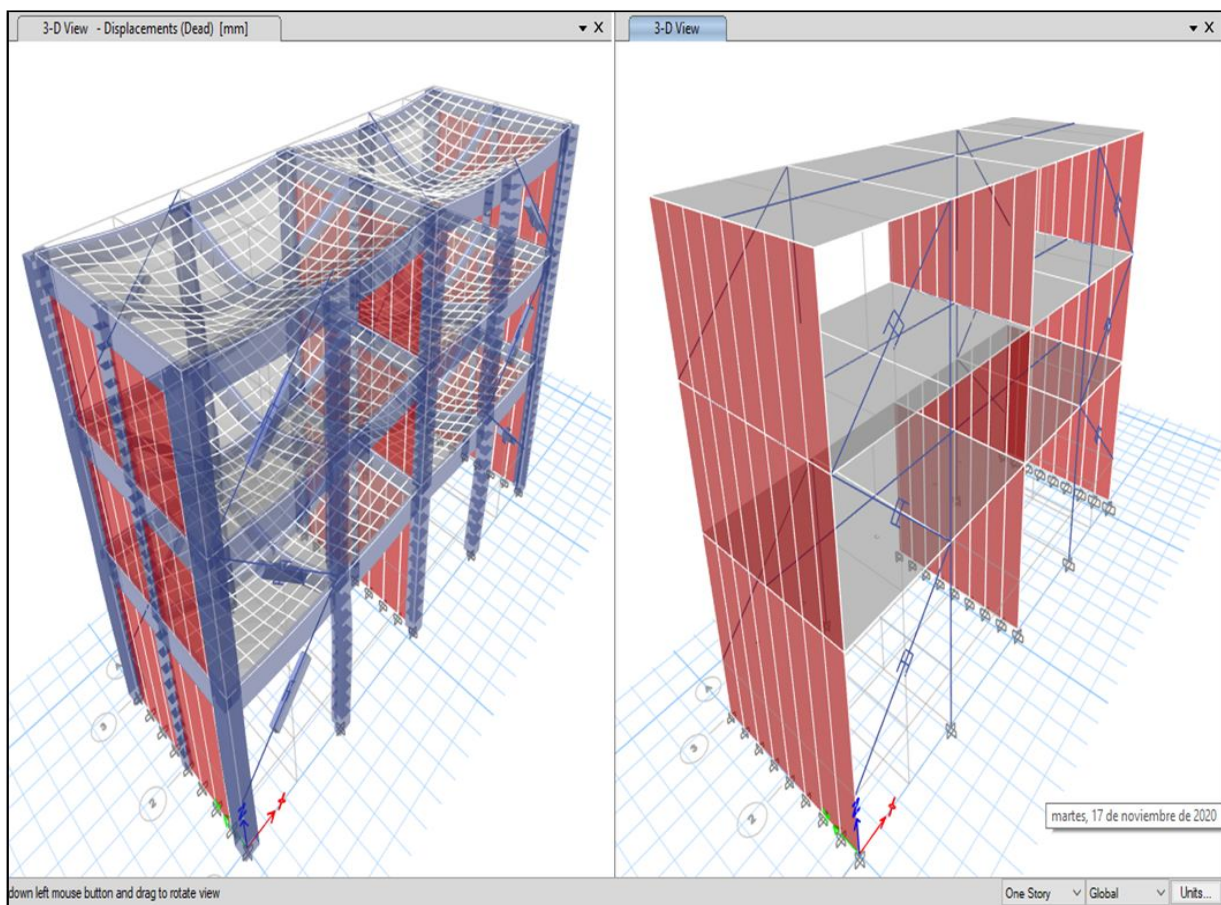
- El resultado de las fuerzas actuantes sobre el centro de masa de cada entrespiso.
- La fuerza cortante actuante en los elementos estructurales
La cortante basal estática,

Para con esto poder hallar el coeficiente de reducción sísmica del sistema y posteriormente realizar un análisis comparativo entre la cortante estática y dinámica.

Este método es aplicable según los requisitos dados por la E.030 para:

- Edificaciones regulares e irregulares
- Nuestro sistema propuesto cumple con la demanda de la E.030.

Figura 24. Modelo 3d del sistema de aporricado en el etabs 2016



Fuente: Elaboración Propia

4.2.1. Factor de Zona

En el presente capítulo se ejecutará el análisis sísmico de la tesis basado en la norma de RNE E-030 En la cual se tomará en cuenta todos los elementos estructurales, las cargas aplicadas, la masa, el espectro de diseño, los diafragmas, etc. esto para ejecutar nuestro análisis estático y posteriormente el dinámico.

En primera instancia se tendrá en consideración previo al inicio del diseño la filosofía y principios del diseño sismo resistente mencionado en la norma E-030 del RNE.

- a. Evitar pérdidas de vida
- b. Asegurar la continuidad de los servicios básico.
- c. Minimizar los daños a la propiedad.

Figura 25. Zonas sísmicas de Perú.



4.2.2. Peligro Sísmico

Zonificación.

Nuestro proyecto de acuerdo a la norma E.030 se ubica en la zona3.

Cuyo factor de zona de acuerdo a la de acuerdo a la tabla n°1 y la ilustración 1 la zona para el proyecto es:

Tabla 9. Factores de zona "Z"

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

Zona = 3 y Z=0.35.

Por estar ubicado en el departamento Junín, provincia de Huancayo y distrito de Huancayo.

4.2.3. Condiciones Geotécnicas

c. Perfil Tipo S_2 : Suelos Intermedios.

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte V_s , entre 180 m/s Y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- ✓ Arena densa, gruesa a mediana, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT \bar{N}_{60} entre 15 y 50.
- ✓ Suelo cohesivo compacto, con la resistencia al corte en condiciones no drenada \bar{s}_u , entre 50 K Pa ($0,5 \text{ kg/cm}^2$) y 100 KPa (1 kg/cm^2) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

d. Perfil Tipo S_3 : Suelos Blandos.

Corresponden a este tipo de los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte \bar{v}_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- ✓ Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT \bar{N}_{60} menor que 15.
- ✓ Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{s}_u , entre 25 KPa ($0,25 \text{ kg/cm}^2$) y 50 KPa ($0,5 \text{ kg/cm}^2$)

y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con a profundidad.

- ✓ Cualquier perfil que no correspondan al tipo S_4 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad P mayor que 20, contenido de humedad ω mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada \bar{s}_u menor que 25 KPa.

PERFILES DE SUELO

De acuerdo a nuestro análisis de suelo y la tabla N°2 del E.030 se verifico que nuestro suelo es del **tipo S2**.

4.2.4. Parámetros de Sitio

Al obtener el tipo de suelo con el cual trabajará nuestro proyecto de tesis, se procederá a elegir los parámetros de sitio que lo afectan.

Del Suelo tipo **S2**.

Tabla 10. Clasificación de los perfiles de suelo

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	N_{60}	S_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Tabla N°2 del E030

Tabla 11. Factor de suelo "S"

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO \ ZONA	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: Tabla N°3 del E030

Tabla 12. Periodos T_p y T_L

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: Tabla N°4 del E030

De la tabla N°3 Y N°4 del E.030

Se obtiene los **Parámetros de sitio que afectan al suelo tipo S2**

$$S = 1.15 \quad T_P = 0.60 \quad T_L = 2.00$$

4.2.5. Factor de ampliación sísmica

Este factor se obtiene de acuerdo a las siguientes expresiones del E.030

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

4.2.6. Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)

Tabla 13. Categoría de las edificaciones y factor "U"

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Tabla N°5 del E030

De la tabla N°5 de la norma E.030 se deduce que nuestro proyecto pertenece a la categoría **C** ya que se usará como edificio para viviendas Departamentos por lo tanto su factor de uso será **U=1**. Por lo tanto, tendremos un proyecto de:

CATEGORIA: C ; FACTOR DE USO U=1

4.2.7. Sistema Estructural

4.2.7.1. Estructuras de concreto armado

La presente tesis se planteó como un sistema estructural aporticado, ya que las columnas resistirán toda la fuerza cortante en la base del sistema.

Tabla 14. Categoría y sistema estructural de las edificaciones

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

Fuente: Tabla N°6 del E030

4.2.8. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R_o)

Tabla 15. Sistemas estructurales

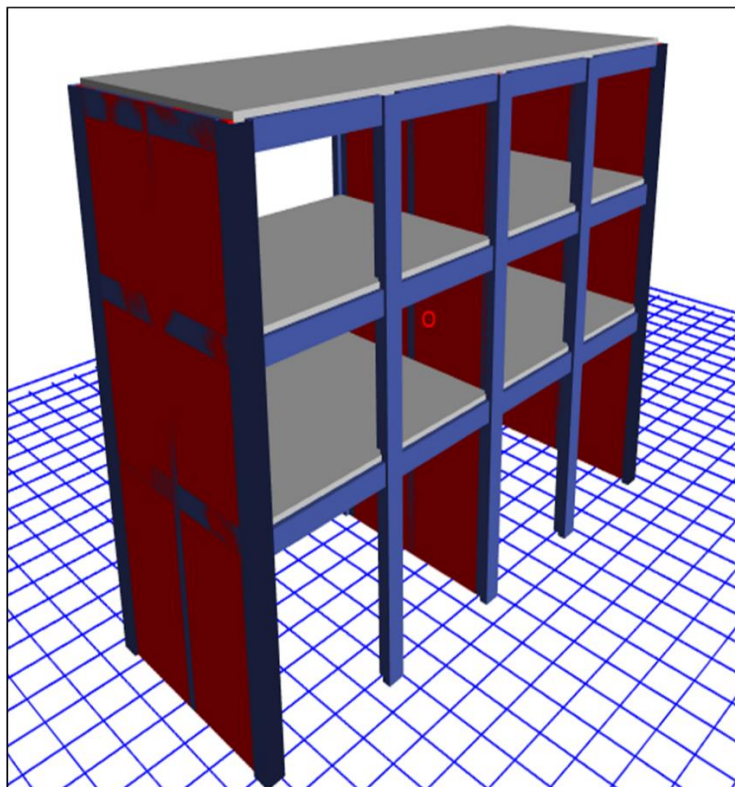
Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados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

Fuente: Tabla N°7 del E030

4.3. Sistema Estructural Aporticado Sin Optimizaciones

Al considerar nuestra tesis como un edificio de sistema estructural aporticado y al ubicar en la tabla n°12 se obtiene el coeficiente básico de reducción para el diseño igual $(R_o) = 8$.

Figura 26. Modelo 3d del sistema aporticado en el etabs 2016



Fuente: Elaboración Propia

4.3.1. Periodo Fundamental

PERIODO FUNDAMENTAL ESTIMADO

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

$$T = \frac{29.5}{35} = 0.842$$

PERIODO Y MASA PARTICIPATIVA DEL SISTEMA EN EL ETABS

En esta tabla obtenida luego de procesar en el software Etabs se muestra el periodo de oscilación en el sentido X-X.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios				
Case	Mode	Period	UX	Sum UX
		sec		
Modal	1	0.877	0.8104	0.8104
Modal	2	0.822	0	0.8104
Modal	3	0.733	0.0014	0.8118
Modal	4	0.316	0.1294	0.9412
Modal	5	0.267	0	0.9412
Modal	6	0.248	0.0001	0.9413
Modal	7	0.161	0.0342	0.9756
Modal	8	0.143	0	0.9756
Modal	9	0.132	0.00003881	0.9756
Modal	10	0.104	0.0151	0.9907
Modal	11	0.093	0	0.9907
Modal	12	0.085	0.00001647	0.9907
Modal	13	0.07	0.0059	0.9966
Modal	14	0.065	0	0.9966
Modal	15	0.052	0.0023	0.9988
Modal	16	0.049	0	0.9988
Modal	17	0.048	0.0002	0.999
Modal	18	0.039	0.0009	0.9999
Modal	19	0.039	0	0.9999
Modal	20	0.034	0	0.9999
Modal	21	0.033	0.0001	1
Modal	22	0.009	0	1
Modal	23	0.006	0	1
Modal	24	0.005	0	1

4.3.2. Coeficiente Sísmico

Tabla 16. *Periodo y masa participativa del sistema.*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios				
Case	Mode	Period	UX	Sum UX
		sec		
Modal	1	0.877	0.8104	0.8104
Modal	2	0.822	0	0.8104
Modal	3	0.733	0.0014	0.8118
Modal	4	0.316	0.1294	0.9412
Modal	5	0.267	0	0.9412
Modal	6	0.248	0.0001	0.9413
Modal	7	0.161	0.0342	0.9756
Modal	8	0.143	0	0.9756
Modal	9	0.132	0.00003881	0.9756
Modal	10	0.104	0.0151	0.9907
Modal	11	0.093	0	0.9907
Modal	12	0.085	0.00001647	0.9907
Modal	13	0.07	0.0059	0.9966
Modal	14	0.065	0	0.9966
Modal	15	0.052	0.0023	0.9988
Modal	16	0.049	0	0.9988
Modal	17	0.048	0.0002	0.999
Modal	18	0.039	0.0009	0.9999
Modal	19	0.039	0	0.9999
Modal	20	0.034	0	0.9999
Modal	21	0.033	0.0001	1
Modal	22	0.009	0	1
Modal	23	0.006	0	1
Modal	24	0.005	0	1

Fuente: Elaboración Propia

<u>DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DEL ANÁLISIS ESTÁTICO por FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES</u>			
CÁLCULO DEL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA: C			
$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right), C \leq 2.5$	Modo.- Tx =	0.877 seg	↔ C = 1.710 < 2.5
	Modo.- Ty =	0.822 seg	↔ C = 1.825 < 2.5
USAR:	Cx =	1.71	; Cy = 1.82 (de ser mayor tomar el valor límite)
EVALUANDO VALOR: C/R ≥ 0.125			
0.214 > 0.125	↔	0.214	Seismic X dir+Ecc
0.228 > 0.125	↔	0.228	
COEFICIENTE DEL CORTANTE EN LA BASE =			0.0861
			0.0918

Al realizar el cálculo de los coeficientes sísmicos del sistema se obtiene

$$C_x = 0.0861$$

$$C_x = 0.0861$$

4.3.3. Participación de cortante estático y cortante dinámico

Tabla 17. Cortante actuante estático vs dinámico

TABLE: StoryForces			
Story	Load Case/Combo	Location	VX
			tonf
Story1	SQX-X Max	Top	305.7001
Story1	SQX-X Max	Bottom	305.7001
Story1	SX	Top	-319.2703
Story1	SX	Bottom	-319.2703

Fuente: Elaboración Propia

PORCENTAJE PARTICIPATIVO DE LA CORTANTE DINAMICA

RELACION CORTANTE DINAMICO VS ESTATICO		RELACION CORTANTE DINAMICO VS ESTATICO	
Vs	X	Vs	X
V Estático	319.27	V Estático	319.27
V Dinámico	305.7	V Dinámico	305.7
FUERZA CORTANTE	95.70%	FUERZA CORTANTE	95.70%

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior se obtiene que la cortante dinámica en la dirección "X" es el 95.7% de la cortante estática y la cortante en la dirección "Y" es el 93.5%. por lo tanto CUMPLE CON LO FREQUERIDO POR EL RNE EN LA E.030 donde solicita que la cortante dinámica debe ser como mínimo

el 80% de la cortante estática para edificios regulares y 90% para irregulares. Como dicha relación supera al 90% esta no será necesaria escalar, por lo tanto, se procederá con el cálculo normal del sistema.

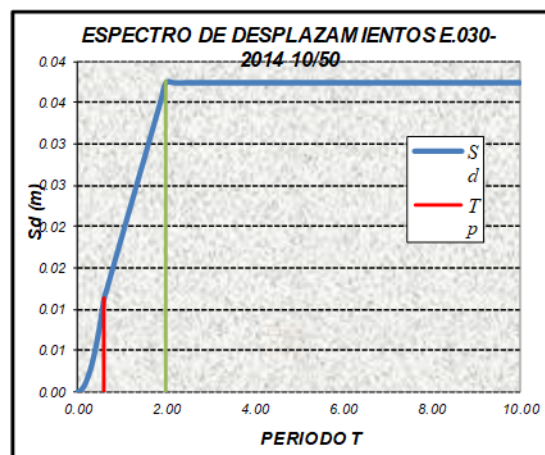
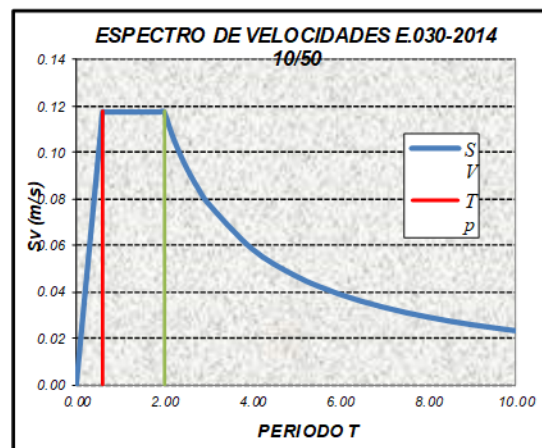
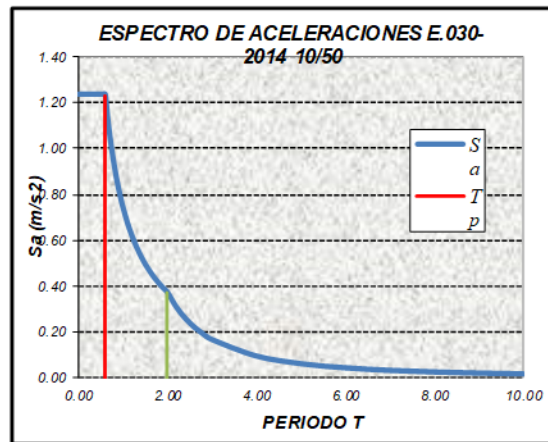
4.4. Análisis dinámico del sistema aporticado

Ingreso del espectro de aceleración sísmica al sistema

<u>ESPECTRO DE RESPUESTA</u> <u>Según la Nueva NTE E.030 - 2016</u>	
1.- Zonificación, Según E.030-2016 (2.1)	
Zona :	<input type="text" value="3"/> $Z = $ <input type="text" value="0.35"/> g
2.- Parámetros de Sitio, Según E.030-2016 (2.4)	
Perfil Tipo :	<input type="text" value="S2"/> $S = $ <input type="text" value="1.15"/>
	$T_P = $ <input type="text" value="0.60"/>
	$T_L = $ <input type="text" value="2.00"/>
3.- Categoría del Edificio, Según E.030-2016 (3.1)	
Categoría :	<input type="text" value="Común C"/> $U = $ <input type="text" value="1.00"/>
4.- Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2016 (3.4)	
Sistema Estructural :	<input type="text" value="Concreto Armado: pórticos"/>
	$R_0 = $ <input type="text" value="8"/>
5.- Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2016 (3.7)	
Restricciones :	<input type="text" value="No se permiten irregularidades extremas"/>
6.- Factores de Irregularidad, Según E.030-2016 (3.6)	
Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.	
Irregularidad en Altura, I_a :	<input type="text" value="01 Regular"/>
	$I_a = $ <input type="text" value="1.00"/>
Irregularidad en Planta, I_p :	<input type="text" value="01 Regular"/>
	$I_p = $ <input type="text" value="1.00"/> (Para el tipo 03 se debe ingresar el valor manualmente)
7.- Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014 (3.8)	
	$R = R_0 \times I_a \times I_p = $ <input type="text" value="8"/>

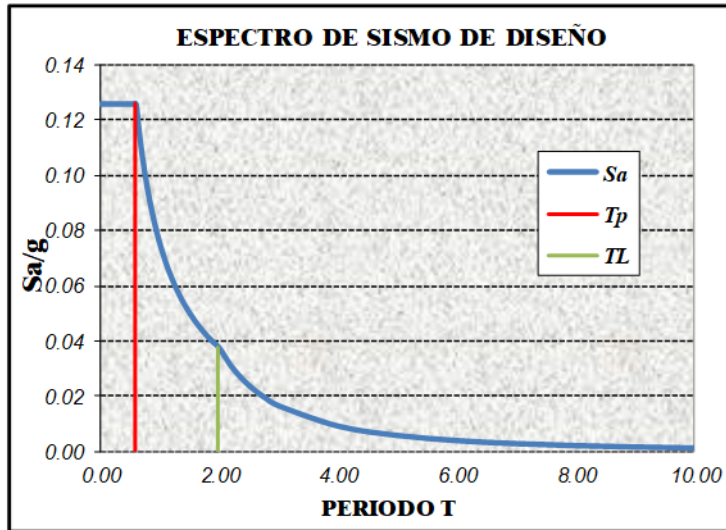
Cálculo y Gráfico de los Espectros de Aceleraciones, Velocidades y Desplazamientos

Sa (m/s ²)	Sv (m/s)	Sd (m)
1.23	0.000	0.000
1.23	0.004	0.000
1.23	0.008	0.000
1.23	0.012	0.000
1.23	0.016	0.000
1.23	0.020	0.000
1.23	0.024	0.000
1.23	0.027	0.001
1.23	0.031	0.001
1.23	0.035	0.001
1.23	0.039	0.001
1.23	0.049	0.002
1.23	0.059	0.003
1.23	0.069	0.004
1.23	0.079	0.005
1.23	0.088	0.006
1.23	0.098	0.008
1.23	0.108	0.009
1.23	0.118	0.011
1.14	0.118	0.012
1.06	0.118	0.013
0.99	0.118	0.014
0.93	0.118	0.015
0.87	0.118	0.016
0.82	0.118	0.017
0.78	0.118	0.018
0.74	0.118	0.019
0.67	0.118	0.021
0.62	0.118	0.023
0.57	0.118	0.024
0.53	0.118	0.026
0.49	0.118	0.028
0.46	0.118	0.030
0.44	0.118	0.032
0.41	0.118	0.034
0.39	0.118	0.036
0.37	0.118	0.038
0.31	0.107	0.038
0.26	0.098	0.038
0.22	0.091	0.038
0.19	0.084	0.038
0.16	0.079	0.038
0.09	0.059	0.038
0.06	0.047	0.038
0.04	0.039	0.038
0.03	0.034	0.038
0.02	0.029	0.038
0.02	0.026	0.038
0.01	0.024	0.038



8.- Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g) = (Aceleración Espectral)

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.1258
2.50	0.02	0.1258
2.50	0.04	0.1258
2.50	0.06	0.1258
2.50	0.08	0.1258
2.50	0.10	0.1258
2.50	0.12	0.1258
2.50	0.14	0.1258
2.50	0.16	0.1258
2.50	0.18	0.1258
2.50	0.20	0.1258
2.50	0.25	0.1258
2.50	0.30	0.1258
2.50	0.35	0.1258
2.50	0.40	0.1258
2.50	0.45	0.1258
2.50	0.50	0.1258
2.50	0.55	0.1258
2.50	0.60	0.1258
2.31	0.65	0.1161
2.14	0.70	0.1078
2.00	0.75	0.1006
1.88	0.80	0.0943
1.76	0.85	0.0888
1.67	0.90	0.0839
1.58	0.95	0.0794
1.50	1.00	0.0755
1.36	1.10	0.0686
1.25	1.20	0.0629
1.15	1.30	0.0581
1.07	1.40	0.0539
1.00	1.50	0.0503
0.94	1.60	0.0472
0.88	1.70	0.0444
0.83	1.80	0.0419
0.79	1.90	0.0397
0.75	2.00	0.0377
0.62	2.20	0.0312
0.52	2.40	0.0262
0.44	2.60	0.0223
0.38	2.80	0.0193
0.33	3.00	0.0168
0.19	4.00	0.0094
0.12	5.00	0.0060
0.08	6.00	0.0042
0.06	7.00	0.0031
0.05	8.00	0.0024
0.04	9.00	0.0019
0.03	10.00	0.0015



ZONIFICACIÓN ZONAS SÍSMICAS DEL PERÚ



FACTORES DE ZONA		
SISMICIDAD	ZONA	Z
MUY ALTA	4	0.45
ALTA	3	0.35
MEDIA	2	0.25
BAJA	1	0.10

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DEL ANÁLISIS ESTÁTICO por FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES

CÁLCULO DEL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA: C			
$c = 2.5 \left(\frac{T_p}{T}\right), c \leq 2.5$	Modo.- Tx = 0.877 seg	↔	C = 1.710 < 2.5
	Modo.- Ty = 0.822 seg	↔	C = 1.825 < 2.5
USAR:	Cx = 1.71	; Cy = 1.82	(de ser mayor tomar el valor limite)
EVALUANDO VALOR: C/R ≥ 0.125			
0.214 > 0.125	↔	0.214	Seismic X dir+Ecc
0.228 > 0.125	↔	0.228	Seismic Y dir+Ecc

COEFICIENTE DEL CORTANTE EN LA BASE = 0.0861 0.0918

4.4.1. Desplazamientos máximos del análisis dinámico

Tabla 18. *Distorsión de entrepisos en el eje x-x*

DISTORSION DE PISOS X-X (DINAMICO)						
		INELASTICA		ELASTICA		
	ALTURA	MAX DESPLAZAMIENTO	DERIVA Δ	DERIVA Δ	DERIVA‰	DERIVA LIMITE E.030 ‰
N-4	15.5	15.416	0.00098429	0.00590571	0.59	0.7
N-3	12	11.971	0.00103629	0.00621771	0.62	0.7
N-2	8.5	8.344	0.00109629	0.00657771	0.66	0.7
N-1	5	4.507	0.0009014	0.0054084	0.54	0.7

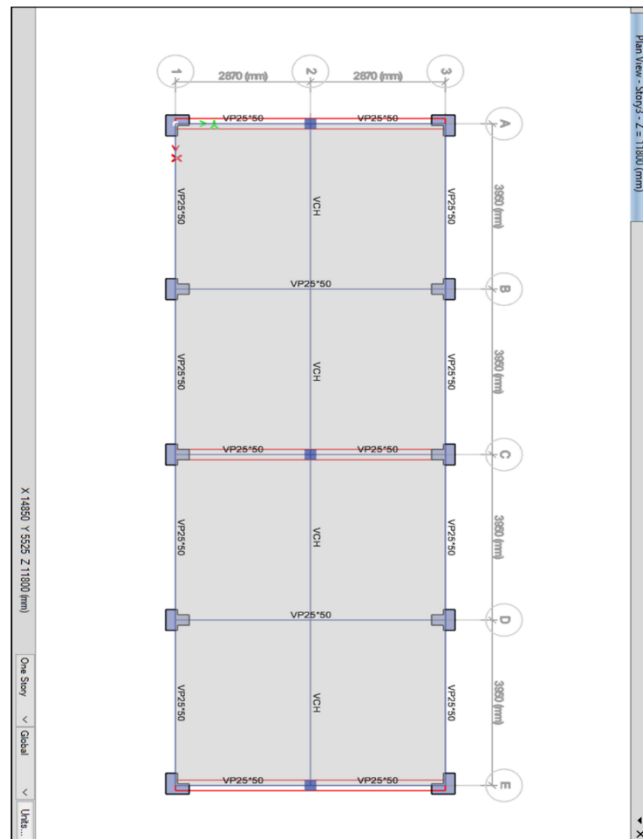
Fuente: Elaboración Propia

Las derivas de entrepiso en el eje "X" con lo solicitado en la norma E.030. La cual solicita que estos sean inferiores a 0.007 O 0.7%.

4.4.2. Planteamiento del acero de los elementos estructurales

Como nuestro sistema cumple con lo normado por la e.030 solicitamos al programa Etabs el cálculo del acero para corroborar los requerimientos mínimos que exige la E.060.

Figura 27. *Diseño del acero en planta de los elementos estructurales*



Fuente: Elaboración Propia

Comprobación Del Sistema Calculado Mediante El Diseño Por Capacidad

Los diseños de estos elementos han sido corroborados mediante el diseño por capacidad (columna fuerte viga débil cuya relación es $< a$ 1.2 como se muestra en la siguiente figura.)

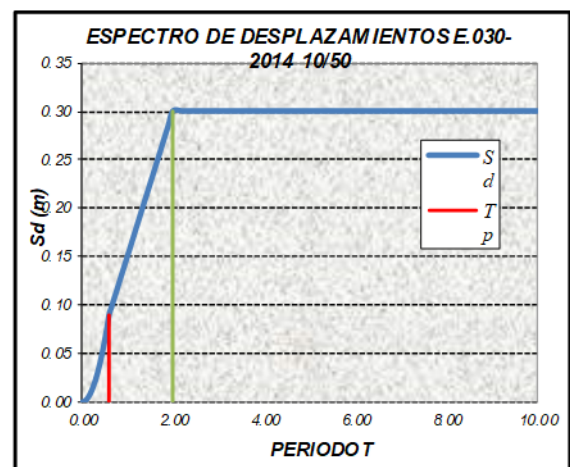
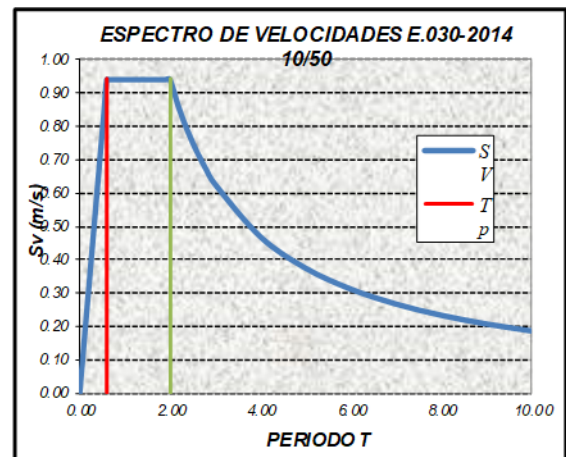
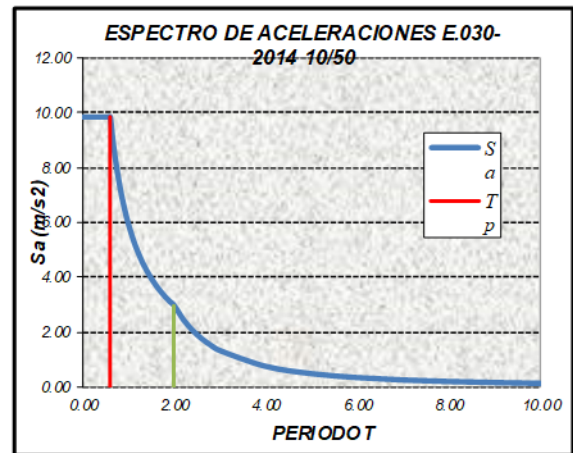
4.5. Análisis dinámico modal espectral con $R=1$

De acuerdo al reglamento E.030 realizaremos el análisis modal espectral con $R=1$ para poner la edificación en comportamiento no lineal ante un sismo severo, del cual los resultados obtenidos desplazamientos y derivas serán posteriormente contrastadas mediante el análisis tiempo –historia para poder definir el sismo con el cual trabajaremos.

ESPECTRO DE RESPUESTA	
Según la Nueva NTE E.030 - 2016	
1.- Zonificación, Según E.030-2016 (2.1)	
Zona: <input type="text" value="3"/>	$Z = $ <input type="text" value="0.35"/> g
2.- Parámetros de Sitio, Según E.030-2016 (2.4)	
Perfil Tipo: <input type="text" value="S2"/>	$S = $ <input type="text" value="1.15"/>
	$T_P = $ <input type="text" value="0.60"/>
	$T_L = $ <input type="text" value="2.00"/>
3.- Categoría del Edificio, Según E.030-2016 (3.1)	
Categoría: <input type="text" value="Común C"/>	$U = $ <input type="text" value="1.00"/>
4.- Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2016 (3.4)	
Sistema Estructural: <input type="text" value="Concreto Armado: pórticos"/>	
	$R_0 = $ <input type="text" value="8"/>
5.- Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2016 (3.7)	
Restricciones: <input type="text" value="No se permiten irregularidades extremas"/>	
6.- Factores de Irregularidad, Según E.030-2016 (3.6)	
Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.	
Irregularidad en Altura, I_a : <input type="text" value="01 Regular"/>	
	$I_a = $ <input type="text" value="1.00"/>
Irregularidad en Planta, I_p : <input type="text" value="01 Regular"/>	
	$I_p = $ <input type="text" value="1.00"/> (Para el tipo 03 se debe ingresar el valor manualmente)
7.- Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014 (3.8)	
	$R = R_0 \times I_a \times I_p = $ <input type="text" value="1"/>

Cálculo y Gráfico de los Espectros de Aceleraciones, Velocidades y Desplazamientos

Sa (m/s ²)	Sv (m/s)	Sd (m)
9.87	0.000	0.000
9.87	0.031	0.000
9.87	0.063	0.000
9.87	0.094	0.001
9.87	0.126	0.002
9.87	0.157	0.003
9.87	0.189	0.004
9.87	0.220	0.005
9.87	0.251	0.006
9.87	0.283	0.008
9.87	0.314	0.010
9.87	0.393	0.016
9.87	0.471	0.023
9.87	0.550	0.031
9.87	0.628	0.040
9.87	0.707	0.051
9.87	0.786	0.063
9.87	0.864	0.076
9.87	0.943	0.090
9.11	0.943	0.098
8.46	0.943	0.105
7.90	0.943	0.113
7.40	0.943	0.120
6.97	0.943	0.128
6.58	0.943	0.135
6.23	0.943	0.143
5.92	0.943	0.150
5.38	0.943	0.165
4.94	0.943	0.180
4.56	0.943	0.195
4.23	0.943	0.210
3.95	0.943	0.225
3.70	0.943	0.240
3.48	0.943	0.255
3.29	0.943	0.270
3.12	0.943	0.285
2.96	0.943	0.300
2.45	0.857	0.300
2.06	0.786	0.300
1.75	0.725	0.300
1.51	0.673	0.300
1.32	0.628	0.300
0.74	0.471	0.300
0.47	0.377	0.300
0.33	0.314	0.300
0.24	0.269	0.300
0.19	0.236	0.300
0.15	0.209	0.300
0.12	0.189	0.300



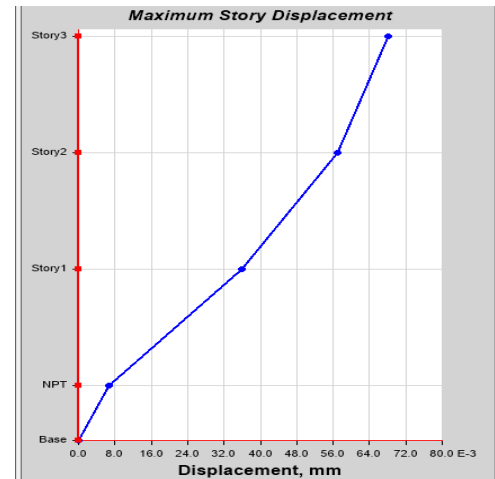
Debido que el diseño inicial cumplía con las derivas de entrepiso inferiores a .007 como solicita la E.030, reemplazaremos el factor $R=8$ por $R=1$ como se muestra en el espectro anterior.

4.5.1. Desplazamientos con $R=1$

Desplazamientos en el

Tabla 19. Desplazamiento con $R=1$

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	mm		mm	mm
Story4	15500	Top	0.068	1.25E-06
Story3	118000	Top	0.057	1.48E-07
Story2	8400	Top	0.036	4.50E-07
Story1	5000	Top	0.007	3.37E-06
Base	0	Top	0	0



Fuente: Elaboración Propia

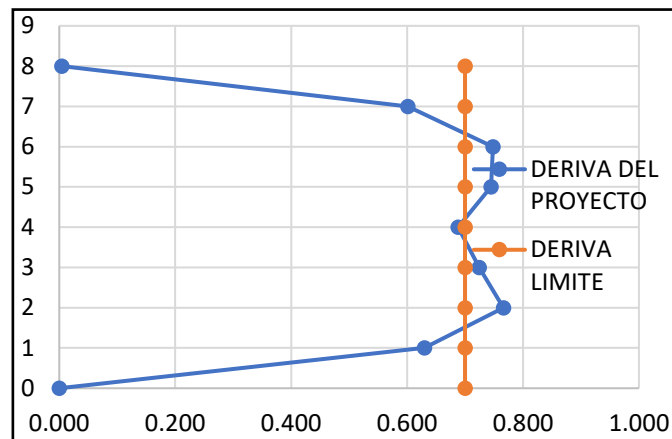
Una vez hallado los desplazamientos se procede con el cálculo de las derivas de entrepiso del sistema.

4.5.2. Derivas de entrepiso con $R=1$

Tabla 20. Cálculo de derivas en el eje x

DISTORSION DE PISOS X-X R1						
			INELASTICA	ELASTICA		
PISO	ALTURA	MAX DESPLAZAMIENTO	DERIVA Δ	DERIVA Δ	DERIVA‰	DERIVA LIMITE E.030 ‰
N-4	15.5	107.768	0.00688086	0.006880857	0.688	0.7
N-3	12	83.685	0.00724429	0.007244286	0.724	0.7
N-2	8.5	58.33	0.00766286	0.007662857	0.766	0.7
N-1	5	31.51	0.006302	0.006302	0.630	0.7

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28. Deriva de entrepiso eje x R=1

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro y del gráfico se obtiene el siguiente cuadro.

Tabla 21. Cálculo de derivas de entrepiso eje "x"

DESPLAZAMIENTOS CON R=1 EJE X-X			
NIVEL	CASO 1	E.030	OBS
N-4	0.006880857	0.007	CUMPLE
N-3	0.007244286	0.007	NO CUMPLE
N-2	0.007662857	0.007	NO CUMPLE
N-1	0.006302	0.007	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Se logra apreciar en las tablas que en el eje x no cumple los desplazamientos conforme al E.030, por lo que es necesario incrementar o instalar disipadores de fluido viscoso en ambos sentidos de la edificación para de esta manera puedan cumplir los requerimientos para un sismo severo.

En el eje x no cumple desde el N-2 al N-4.

A continuación, se propone una serie de acelerogramas de sismos suscitados en nuestro país de tal manera que podamos obtener uno similar al ejecutado con el $r=1$ para poder proseguir con el cálculo y diseño del sistema con disipadores sísmicos.

4.6. Análisis sísmico modal Tiempo – Historia

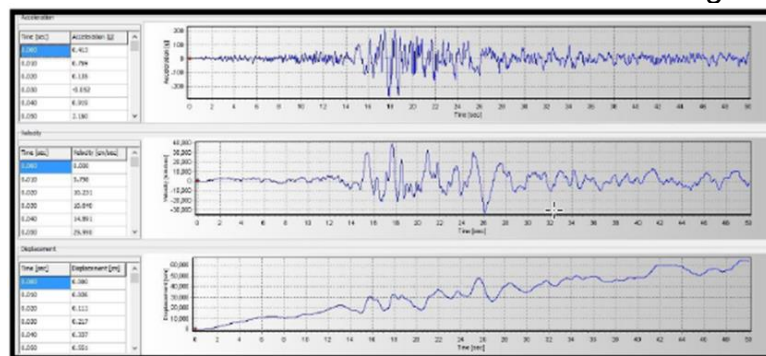
4.6.1. Acelerogramas para el espectro de diseño

Para el análisis tiempo historia se evaluará tres sismos, para poder escalarlos y seleccionar el que más se acerque a los desplazamientos obtenidos con $R=1$

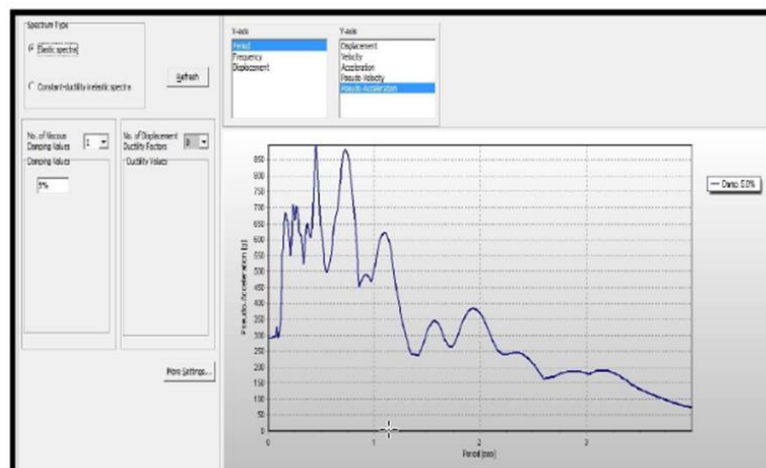
Cuadro 1. Lista de sismos para evaluar un sistema

SISMO	UBICACIÓN DE LA ESTACION	NOMBRE DE ARCHIVO
15 de Agosto del 2007	Universidad Nacional San Luis Gonzaga (ICA)	ICA2_0708151840
3 de Octubre de 1974	Parque de la reserva (LIMA)	PRQ-7410030921
17 de Octubre de 1966	Parque de la reserva (LIMA)	PRQ_6610171641F

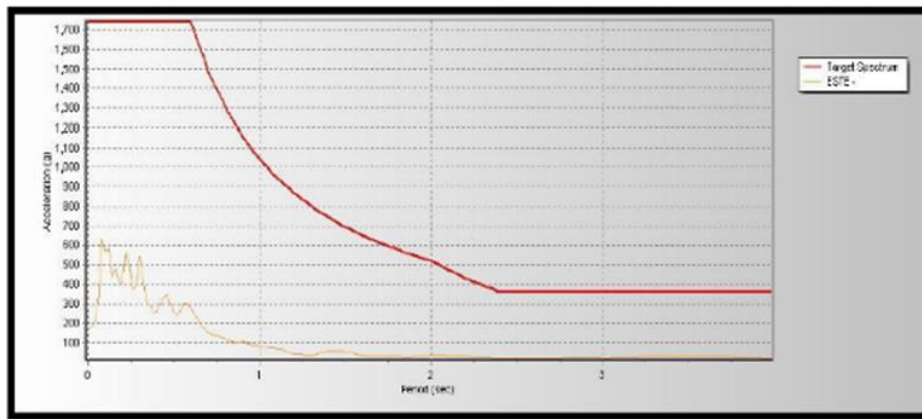
Estacion acelerometrica	Fecha	Componentes	Aceleración maxima (cm/seg ²)	Duración (Seg)
Ica	15 de Agosto 2007	N - S	334.1	218.06
		E - W	-272.2	
Lima	3 de Octubre de 1974	N - S	179	97.96
		E - W	-192.5	
Lima	17 de Octubre de 1966	N - S	-269.34	197.64
		E - W	-180.59	

Cuadro 2. Proceso de escalado en el sismo signal

Se muestra el proceso de escalamiento de los sismos seleccionados



ESCALAMIENTO DE ACELEROGRAMAS



NUEVAS ACELERACIONES MAXIMAS

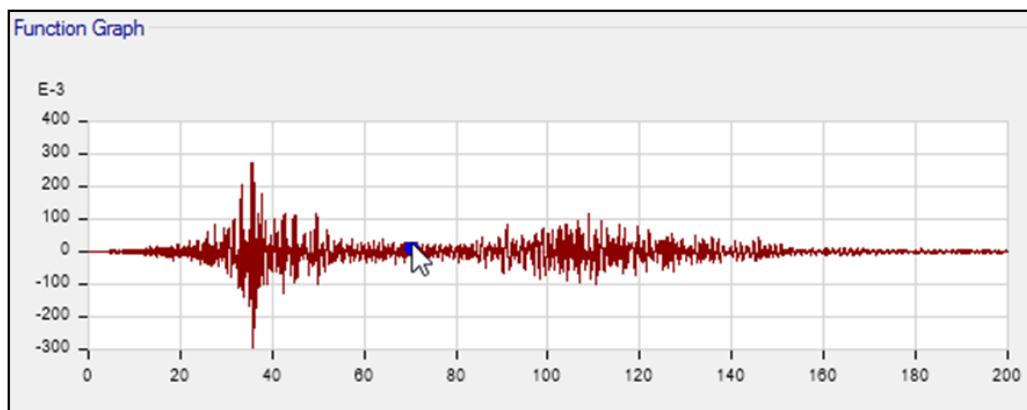
Cuadro 3. Aceleraciones máximas de registro escalado

Estacion acelerometrica	Fecha	Componentes	Aceleración maxima (cm/seg ²)	Duración (Seg)
Ica	15 de Agosto 2007	N - S	689.697	218.06
		E - W	-791.36	
Lima	3 de Octubre de 1974	N - S	822.145	97.96
		E - W	-747.285	
Lima	17 de Octubre de 1966	N - S	-820.889	197.64
		E - W	-671.003	

4.6.2. Análisis sísmico modal Tiempo – Historia

Se realiza el análisis tiempo historia de nuestro sistema para poder obtener los periodos, participación de la masa, desplazamientos y distorsiones.

Cuadro 4. Sismo Lima 66 escalado



4.6.3. Análisis sísmico modal Tiempo – Historia

Al ingresar los datos de los sismos elegidos y escalados se obtiene las derivas que a continuación se muestran:

SISMO ICA 2007

Tabla 22. Deriva en el eje "x" sismo Ica 2007

DISTORSION DE PISOS X-X SISMO ICA 2007						
			INELASTICA	ELASTICA		
PISO	ALTURA	MAX DESPLAZAMIENTO	DERIVA Δ	DERIVA Δ	DERIVA‰	DERIVA LIMITE E.030 ‰
N-4	15.5	438.638	0.030676	0.030676	3.068	0.7
N-3	12	331.272	0.03254457	0.032544571	3.254	0.7
N-2	8.5	217.366	0.03186914	0.031869143	3.187	0.7
N-1	5	105.824	0.0211648	0.0211648	2.116	0.7

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Deriva del eje "y" sismo Ica 2007

DISTORSION DE PISOS Y-Y SISMO ICA 2007						
			INELASTICA	ELASTICA		
PISO	ALTURA	MAX DESPLAZAMIENTO	DERIVA Δ	DERIVA Δ	DERIVA‰	DERIVA LIMITE E.030 ‰
N-4	15.5	285.233	0.01823943	0.01823943	1.824	0.7
N-3	12	221.395	0.01971314	0.01971314	1.971	0.7
N-2	8.5	152.399	0.02036543	0.02036543	2.037	0.7
N-1	5	81.12	0.016224	0.016224	1.622	0.7

Fuente: Elaboración Propia

SISMO LIMA 66

Tabla 24. Deriva del eje "x" sismo Lima 66

DISTORSION DE PISOS X-X LIMA 66 CASO1						
			INELASTICA	ELASTICA		
PISO	ALTURA	MAX DESPLAZAMIENTO	DERIVA Δ	DERIVA Δ	DERIVA‰	DERIVA LIMITE E.030 ‰
N-4	15.5	20.709	0.00131343	0.001313429	0.131	0.7
N-3	12	16.112	0.00136886	0.001368857	0.137	0.7
N-2	8.5	11.321	0.001468	0.001468	0.147	0.7
N-1	5	6.183	0.0012366	0.0012366	0.124	0.7

Fuente: Elaboración Propia

EJE Y-Y

Tabla 25. Deriva en el eje "y" sismo Lima 66

DISTORSION DE PISOS Y-Y SISMO LIMA 66						
PISO	ALTURA	MAX DESPLAZAMIENTO	DERIVA INELASTICA Δ	DERIVA ELASTICA Δ	DERIVA‰	DERIVA LIMITE E.030 ‰
N-4	15.5	16.42	0.000956	0.000956	0.096	0.7
N-3	12	13.074	0.00107029	0.00107029	0.107	0.7
N-2	8.5	9.328	0.00118743	0.00118743	0.119	0.7
N-1	5	5.172	0.0010344	0.0010344	0.103	0.7

Fuente: Elaboración Propia

SISMO LIMA 70 CASO I

Tabla 26. Deriva en el eje "x" sismo Lima 70

DISTORSION DE PISOS SISMO LIMA 70 X-X						
PISO	ALTURA	MAX DESPLAZAMIENTO	DERIVA INELASTICA Δ	DERIVA ELASTICA Δ	DERIVA‰	DERIVA LIMITE E.030 ‰
N-4	15.5	91.139	0.00620629	0.006206286	0.621	0.7
N-3	12	69.417	0.00609543	0.006095429	0.610	0.7
N-2	8.5	48.083	0.006146	0.006146	0.615	0.7
N-1	5	26.572	0.0053144	0.0053144	0.531	0.7

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Deriva en el eje "y" sismo Lima 70

DISTORSION DE PISOS SISMO LIMA 70 Y-Y						
PISO	ALTURA	MAX DESPLAZAMIENTO	INELASTICA	ELASTICA	DERIVA‰	DERIVA LIMITE E.030 ‰
			DERIVA INELASTICA Δ	DERIVA ELASTICA Δ		
N-4	15.5	171.183	0.00976257	0.00976257	0.976	0.7
N-3	12	137.014	0.01142514	0.01142514	1.143	0.7
N-2	8.5	97.026	0.012564	0.012564	1.256	0.7
N-1	5	53.052	0.0106104	0.0106104	1.061	0.7

Fuente: Elaboración Propia

4.6.4. Resumen de control de derivas

Tabla 28. Resumen de desplazamiento en el eje x-x

ANALISIS TIEMPO HISTORIA EN X-X									
SISMO ICA 2007		SISMO LIMA 66		SISMO LIMA 74		SISMO MOYOBAMBA		SISMO LIMA 70	
CASO I	CASO II	CASO I	CASO II	CASO I	CASO II	CASO I	CASO II	CASO I	CASO II
0.011	0.009	0.001	0.001	0.001	0.000	0.010	0.010	0.005	0.003
1.645	1.408	0.165	0.137	0.187	0.052	1.566	1.460	0.657	0.498
2.218	1.913	0.203	0.114	0.174	0.053	2.136	2.013	0.772	0.709
2.704	2.363	0.184	0.076	0.164	0.073	2.611	2.527	0.717	0.774
3.068	2.707	0.131	0.062	0.176	0.100	2.943	2.945	0.621	0.807
3.254	2.905	0.137	0.089	0.198	0.121	3.109	3.208	0.610	0.925
3.187	2.873	0.147	0.110	0.206	0.128	3.049	3.210	0.615	1.029
2.116	1.916	0.124	0.095	0.161	0.089	2.027	2.164	0.531	0.872

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Resumen de desplazamientos en el eje y-y

ANALISIS TIEMPO HISTORIA EN Y-Y									
SISMO ICA 2007		SISMO LIMA 66		SISMO LIMA 74		SISMO MOYOBAMBA		SISMO LIMA 70	
CASO I	CASO II	CASO I	CASO II	CASO I	CASO II	CASO I	CASO II	CASO I	CASO II
0.681	0.535	0.059	0.087	0.051	0.067	0.645	0.799	0.337	0.390
0.993	0.778	0.054	0.121	0.075	0.099	0.939	1.151	0.493	0.565
1.316	1.028	0.068	0.135	0.081	0.131	1.247	1.505	0.661	0.761
1.600	1.247	0.085	0.134	0.062	0.159	1.524	1.813	0.817	0.875
1.824	1.421	0.096	0.136	0.076	0.182	1.755	2.057	0.976	0.910
1.971	1.540	0.107	0.145	0.092	0.201	1.925	2.233	1.143	0.945
2.037	1.601	0.119	0.154	0.104	0.214	2.025	2.338	1.256	0.933
1.622	1.286	0.103	0.127	0.089	0.175	1.642	1.894	1.061	0.741

Fuente: Elaboración Propia

Relación De Las Derivas Calculadas Frente A Las Derivas Con $R=1$. La relación entre los resultados de las derivas del análisis tiempo historia vs las derivas del análisis dinámico espectral con $R=1$ debe estar entre los valores de 0.8 -1.5, así mismo se elegirá el caso que tenga mayor similitud al del desplazamiento dinámico modal –espectral con $R=1$.

Tabla 30. Resumen de desplazamientos en el eje x-x

ANALISIS TIEMPO HISTORIA EN X-X RELACION DE DERIVAS									
SISMO ICA 2007		SISMO LIMA 66		SISMO LIMA 74		SISMO MOYOBAMBA		SISMO LIMA 70	
CASO I	CASO II	CASO I	CASO II	CASO I	CASO II	CASO I	CASO II	CASO I	CASO II
2.630	2.245	0.270	0.250	0.329	0.080	2.481	2.307	1.131	0.726
2.736	2.342	0.274	0.228	0.310	0.087	2.605	2.429	1.092	0.829
2.963	2.557	0.272	0.153	0.233	0.071	2.854	2.690	1.032	0.948
3.629	3.171	0.247	0.102	0.220	0.098	3.504	3.391	0.962	1.039
4.458	3.935	0.191	0.090	0.256	0.145	4.277	4.280	0.902	1.173
4.492	4.010	0.189	0.123	0.273	0.167	4.292	4.429	0.841	1.277
4.159	3.749	0.192	0.143	0.269	0.166	3.978	4.189	0.802	1.343
3.358	3.041	0.196	0.151	0.256	0.141	3.217	3.434	0.843	1.384

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro se observa que el espectro que cumple con lo solicitado es el de sismo Lima 70, ya que sus valores oscilan entre 0.8-1.5, por lo que se usara este espectro para los posteriores cálculos.

4.7. Disipadores de fluido viscoso

4.7.1. Nivel de amenaza sísmica

Según el comité VISION2000, los movimientos sísmicos de diseño son expresados en intervalos de ocurrencia y en función a la probabilidad de excedencia, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 31. Niveles de movimiento sísmico

Movimiento sísmico de diseño	Periodo de retorno (años)	Probabilidad de excedencia (%)
Sismos frecuentes	43	50% en 30 años
Sismos ocasionales	72	50% en 50 años
Sismos raros	475	10% en 50 años
Sismos muy raros	970	10% en 100 años

Fuente: SEAOC comité Visión 2000,1995

4.7.2. Nivel de desempeño

El nivel de desempeño que mostrara una edificación ante sollicitaciones sísmicas describe un estado límite de daño, ya que representa una condición en función a posibles daños estructurales que pueda sufrir la edificación, el riesgo de sus ocupantes, y la funcionalidad del edificio.

El comité VISION 2000 SEAOC brinda cinco niveles de desempeño en función al daño tolerable.

Tabla 32. Niveles de desempeño de una edificación

NIVEL DE DESEMPEÑO	DESCRIPCIÓN
Totalmente operacional	El daño es despreciable o nulo, la edificación permanece segura y estable para sus ocupantes. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones continúan prestando servicio.
Funcional	Daños leves en elementos estructurales. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones funcionan con normalidad. Se requiere algunas reparaciones menores.
Resguardo de vida	Daño moderado en elementos estructurales, no estructurales y contenido en la edificación. Pérdida de resistencia y rigidez del sistema resistente de cargas laterales. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones quedan fuera de servicio. El edificio requerirá reparaciones importantes.
Próximo al colapso	Daños severos en elementos estructurales. Gran degradación de la rigidez lateral y capacidad resistente del sistema. Inseguridad para los ocupantes y el costo de reparación puede ser no factible económicamente.
Colapso	Pérdida parcial o total del soporte, colapso parcial o total de la estructura. No es posible la reparación.

Fuente: SEAOC comité Visión 2000,1995

DERIVA DE OBJETIVO

Se entiende por deriva de objetivo al valor máximo que se requiere para que nuestra estructura pueda cumplir con el reglamento E.030, para poder estar dentro lo normado. Este valor se puede asumir por las tablas de daño-derivadas brindada por la metodología Hazus en función al daño para esta tesis se asumirá un valor de deriva objetivo máximo de 22.02 m para el eje "x" y 22.53 para el eje "y"0.006.

4.7.3. Implementación de disipadores para el eje x-x

LA medida mayor que se tomara del siguiente cuadro e la referencia para proceder con el cálculo.

Tabla 33. Desplazamiento máximo del sismo de Lima

CASO 2	
X	Y
14.0261	13.462
11.2007	10.2777
7.9627	6.9717
4.3601	3.7066

Fuente: Elaboración Propia

$$B_x = \frac{D_{max}}{D_{objetivo}}$$

$$B_x = \frac{22.02}{14.0} = 1.83$$

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO (B_{eff})

$$B_x = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_0)}{2.31 - 0.41 \ln(B_{effx})}$$

$$1.83 = \frac{2.31 - 0.41 \ln(5)}{2.31 - 0.41 \ln(B_{effx})}$$

AMORTIGUAMIENTO VISCOSO

$$BH = B_{eff} - 5\%$$

$$BH = 36.53\% - 5\%$$

$$BH = 31.53\%$$

RIGIDEZ DEL BRAZO METALICO

Tabla 34. Rigidez del brazo metálico

Dimensiones ROUND HSS 20.00 x 0.375				
D ext.(in)	D int. (in)	Espesor (in)	Área (in ²)	Inercia (in ⁴)
20.00	19.65	0.349	21.5	1040

Fuente: AISC Steel construcción

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

Dónde:

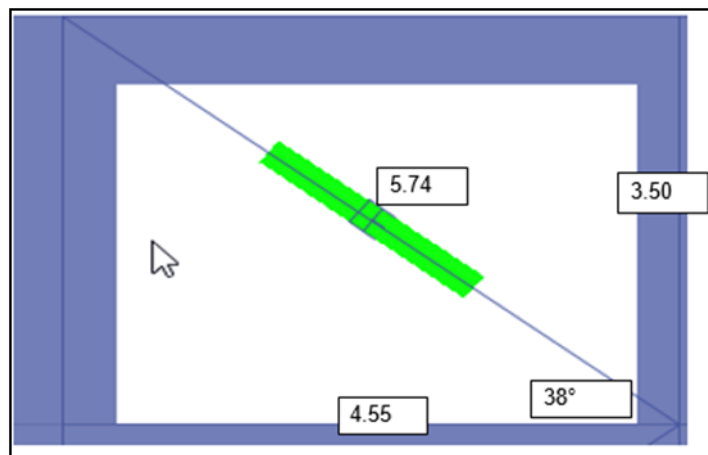
E = Modulo de elasticidad del acero 29000 ksi = 20.4 x 10⁶ Tn/m²

A = Área de la sección transversal del perfil 21.5 in² = 138.71 x 10⁻⁴ m²

L = Longitud del brazo metálico.

La longitud del brazo metálico se considera en su totalidad incluyendo el dissipador, para la presente tesis se tendrá la disposición Diagonal, la cual consta de un brazo por pórtico.

Figura 29. Distribución de dissipadores en diagonal en pórticos



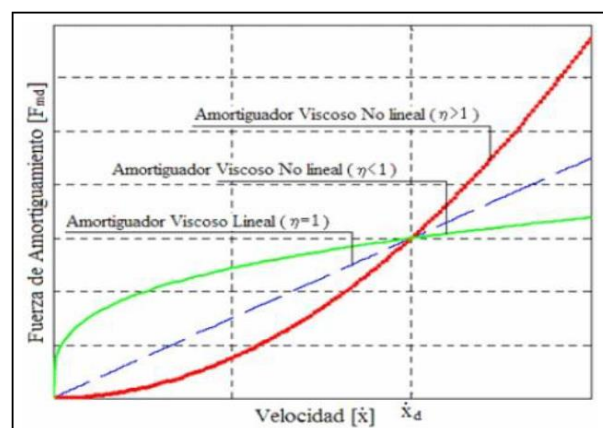
Entonces para el eje X-X:

$$K_x = \frac{20.4 \times 10^6 * 138.71 \times 10^{-4}}{5.74}$$

$$K_x = 49263.08774$$

EXPONENTE DE VELOCIDAD

Figura 30. Relación de velocidad vs fuerza de dissipador



$$\alpha = 0.50$$

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO NO LINEAL

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

Dónde:

β_H : Amortiguamiento viscoso de la estructura

C_j : Coeficiente de amortiguamiento del

disipador j m_i : Masa del nivel i

θ_j : Ángulo de inclinación del disipador j

ϕ_i : Desplazamiento modal en el nivel i (correspondiente al primer modo de vibración)

ϕ_{rj} : Desplazamiento relativo normalizado del primer modo.

A: Amplitud del desplazamiento del modo fundamental (desplazamiento modal del ultimo nivel (D/B)

α : Exponente de velocidad

ω : Frecuencia angular

λ : Parámetro lambda

Se procede a ordenar y extraer los valores que formaran parte de la ecuación de cálculo del coeficiente de amortiguamiento:

CALCULO DE LA AMPLITUD

$$A = \frac{D}{B}$$

$$A = \frac{22.02}{1.83} = 12$$

FRECUENCIA ANGULAR

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$w = \frac{2\pi}{0.877} = 6.763 \frac{Rad}{seg}$$

MASA Y PESO SISMICO

Tabla 35. Masa y peso del sistema

NIVEL	PESO	MASA
4	478.442431	48.77089
3	478.442431	48.77089
2	478.442431	48.77089
1	504.545958	51.4318

Fuente: Elaboración Propia

DESPLAZAMIENTO DEL MODO 1 EN EL PORTICO

Tabla 36. Desplazamiento de modo 1 del pórtico

NIVEL	Φ_i
4	0.015
3	0.012
2	0.008
1	0.004

Fuente: Elaboración Propia

DESPLAZAMIENTO RELATIVO NORMALIZADO DEL PRIMER MODO.

Tabla 37. Desplazamientos normalizados

NIVEL	Φ_i	Φ_{i+1}	$\Phi_{rj} (\Phi_i - \Phi_{i+1})$
4	0.0150	0.0150	0.0030
3	0.0120	0.0120	0.0030
2	0.0080	0.0080	0.0040
1	0.0040	0.0040	0.0040

Fuente: Elaboración Propia

Parámetro λ

Como se conoce se tiene un factor $\alpha=0.5$ para disipadores viscosos no lineales, para lo cual la norma FEMA 274 nos brinda una tabla tabulada, en la cual para dicho factor le corresponde una lambda de 3.5.

Tabla 38. Valores de alfa y lambda

Exponente α	Parámetro λ
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.1
1.25	3.0

Fuente: Fuente FEMA 274

Tabla 39. Coeficiente de amortiguamiento lo lineal

NIVEL	PESO	MASA	θ	$\cos\theta$	Φ_i	Φ_{i+1}	Φ_{ij} ($\Phi_i - \Phi_{i+1}$)	$\cos\theta^{(1+\alpha)} * \Phi_{ij}^{(1+\alpha)}$	$m * \Phi_i^2$
4	477.515484	48.6764	38	0.78801075	0.014	0.0140	0.0040	0.000176965	0.0095
3	477.515484	48.6764	38	0.78801075	0.011	0.0110	0.0030	0.000114942	0.0059
2	477.515484	48.6764	38	0.78801075	0.008	0.0080	0.0030	0.000114942	0.0031
1	502.436023	51.21672	38	0.78801075	0.004	0.0040	0.0040	0.000176965	0.0008
BASE									
							SUMATORIA	0.000876267	0.1096

Fuente: Elaboración Propia

$$\Sigma C_j = \frac{\beta_H \times 2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} (\Sigma_i m_i \Phi_i^2)}{\lambda (\Sigma_j \Phi_j^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta)_j}$$

$$\Sigma C_j = 3960.41 \text{ tn. } \frac{s}{m}$$

Considerando 4 disipadores por piso EN EL EJE X, se calcula el coeficiente de amortiguamiento no lineal unitario.

$$C_j = \frac{\sum C_j}{N_{\text{disipadores}}}$$

$$C_j = \frac{3960.41}{4} = 976.58 \text{tn} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}}$$

Se instalará 4 disipadores diagonales por piso.

Figura 31. Introducción de los valores de disipadores

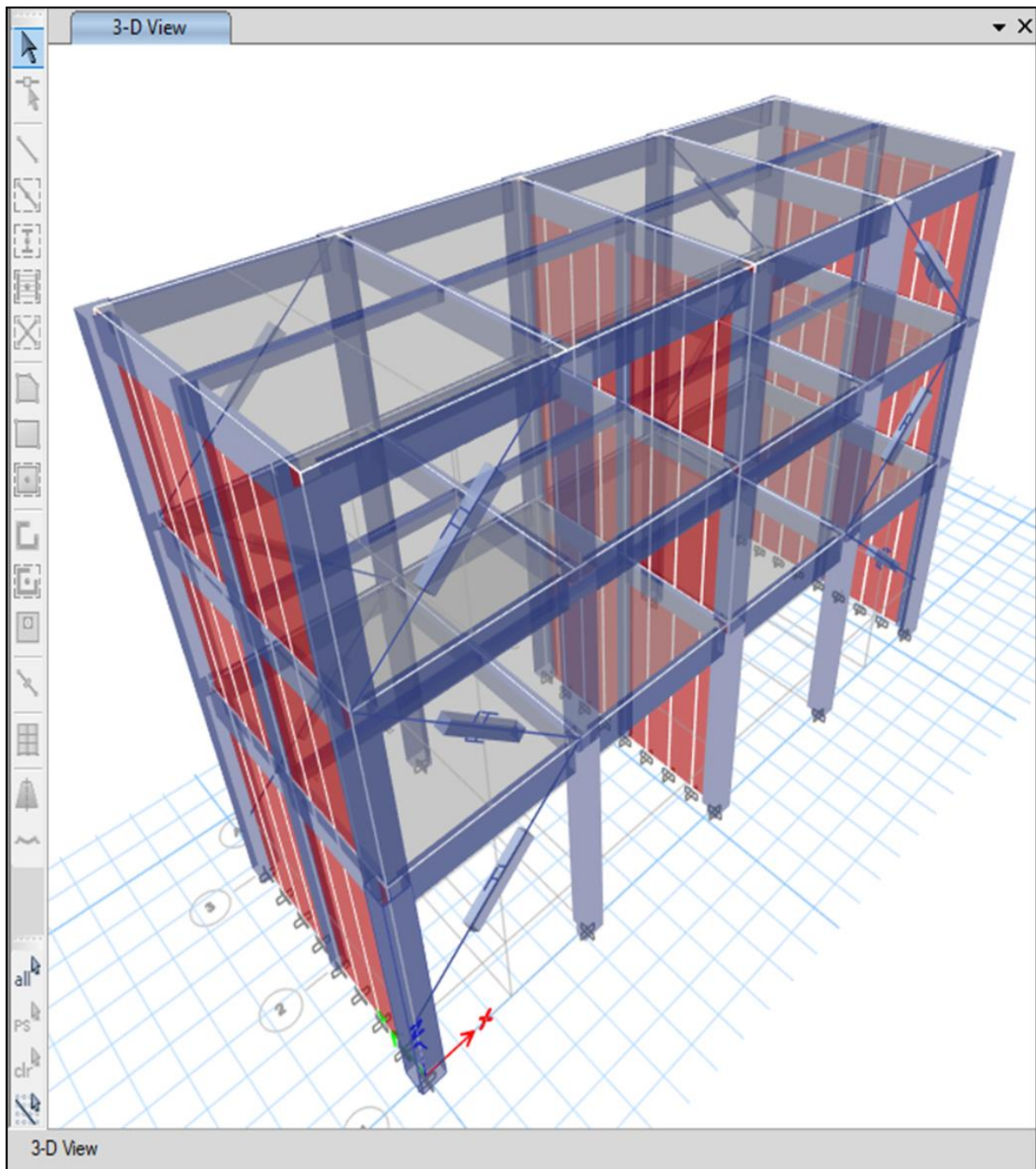
En x-x

$$k = 49263.08$$

$$C_j = 976.58$$

$$\alpha = 0.5$$

IMPLEMENTACION DE LOS DISIPADORES EN EL SISTEMA EJE X-X



Fuente: Elaboración Propia

Una vez instalado los disipadores en el sistema se procede con la ejecución del programa para analizar los resultados obtenidos, desplazamientos, cortantes y obtenidos.

Desplazamientos del sistema con disipadores

Tabla 40. Desplazamiento del sistema con disipadores.

DESPLAZAMIENTOS DEL SISTEMA CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSOS						
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	X-Dir Min	Y-Dir Min
	m		mm	mm	mm	mm
Story4	15.5	Top	55.603	2.886	-44.562	-0.625
Story3	12	Top	45.484	2.343	-35.206	-0.52
Story2	8.5	Top	33.065	1.681	-24.941	-0.39
Story1	5	Top	18.558	0.957	-13.683	-0.216
Base	0	Top	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Derivas del sistema con disipadores viscosos

Tabla 41. Desplazamiento con disipadores sísmicos

DISTORSION DE PISOS SISMO LIMA 70 CON DISIPADORES SISMICOS						
PISO	ALTURA	MAX DESPLAZAMIENTO	ELASTICA		INELASTICA	
			DERIVA Δ	DERIVA Δ	DERIVA ‰	DERIVA LIMITE E.030 ‰
N-4	15.5	55.603	0.00289114	0.002891143	0.29	0.7
N-3	12	45.484	0.00354829	0.003548286	0.35	0.7
N-2	8.5	33.065	0.00414486	0.004144857	0.41	0.7
N-1	5	18.558	0.0037116	0.0037116	0.37	0.7

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 5. Resumen de derivas

RESUMEN SISMO LIMA 70 CON DISIPADORES EJE X-X			
NIVEL	CASO 2	E.030	OBS
N-4	0.002891143	0.007	CUMPLE
N-3	0.003548286	0.007	CUMPLE
N-2	0.004144857	0.007	CUMPLE
N-1	0.0037116	0.007	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro adjunto se puede observar que los disipadores cumplen la función de reducir desplazamientos en el eje "x".

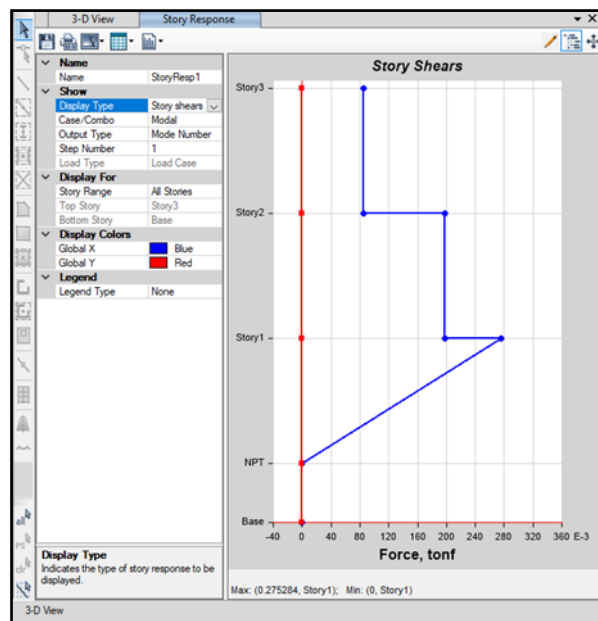
Cortantes del sistema con disipadores viscosos

Tabla 42. Fuerza cortante por piso

FUERZA CORTANTE POR PISO DEL SISTEMA CON DISIPADORES SISMICOS EJE X-X						
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	X-Dir Min	Y-Dir Min
	mm		tonf	tonf	Tonf	tonf
Story4	15500	Top	1471.109	0.0013	-1678.4373	-0.0011
		Bottom	1471.109	0.0013	-1678.4373	-0.0011
Story3	12000	Top	1603.6575	0.0019	-1642.9864	-0.0017
		Bottom	1603.6575	0.0019	-1642.9864	-0.0017
Story2	8500	Top	1648.1997	0.0035	-1818.3883	-0.0039
		Bottom	1648.1997	0.0035	-1818.3883	-0.0039
Story1	5000	Top	1643.7145	0.0015	-2072.333	-0.0013
		Bottom	1643.7145	0.0015	-2072.333	-0.0013

Fuente: Elaboración Propia

Figura 32. Cortante por piso en el sistema con disipadores



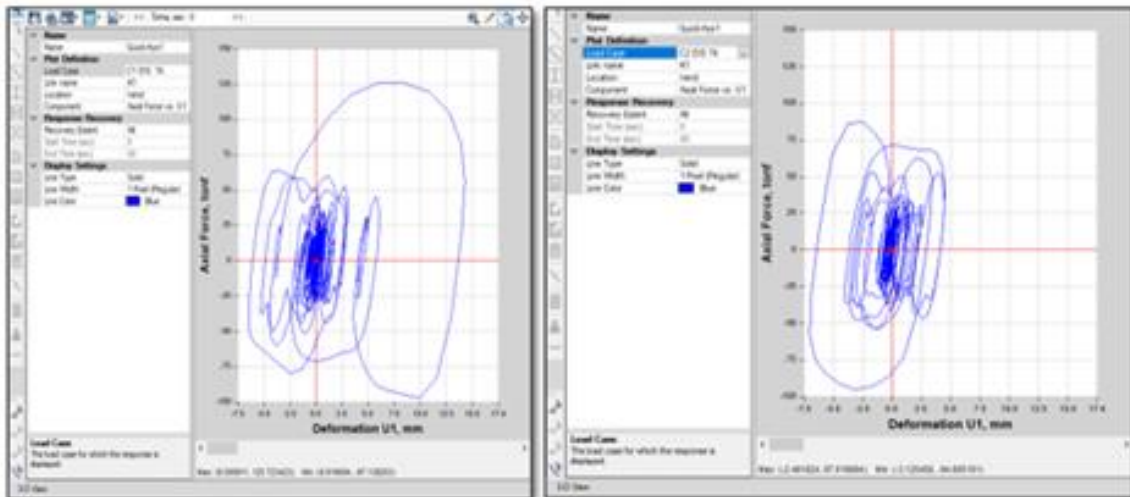
Fuente: Elaboración Propia

Verificación del comportamiento histerético de los disipadores.

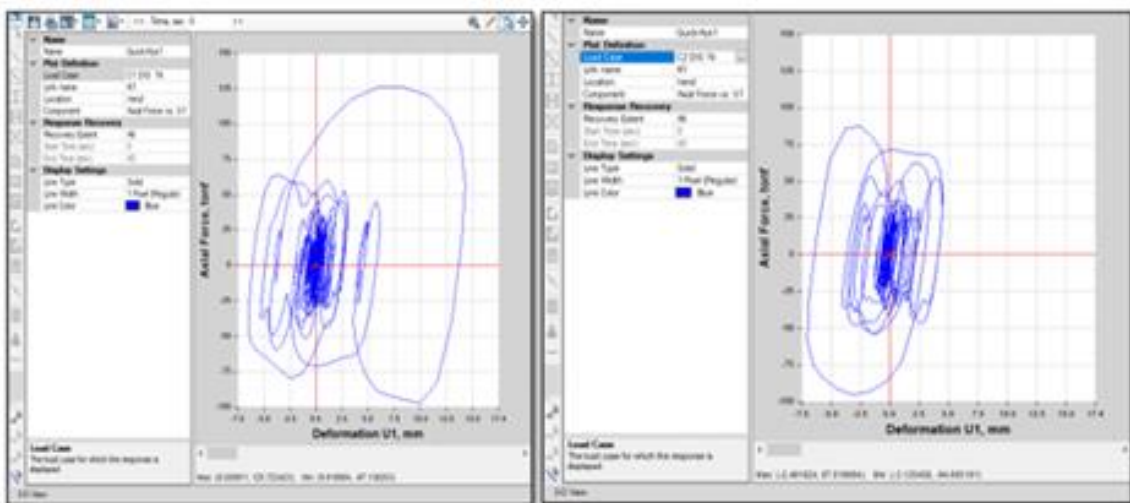
Este diagrama que relaciona la fuerza vs la deformación debe ser curvas elípticas.

Disipadores (K1-K9)

Figura 33. Diagramas Histeréticos



Disipadores (K17-K25)



Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que las formas son elípticas por lo tanto cumple con lo requerido por la teoría.

4.7.4. Implementación de disipadores en el eje y-y deriva de objetivo

FACTOR DE RESPUESTA (B)

La medida mayor que se tomara del siguiente cuadro de la referencia para proceder con el cálculo

CASO 2	
X	Y
14.0261	13.462
11.2007	10.2777
7.9627	6.9717
4.3601	3.7066

Fuente: Elaboración Propia

$$B_y = \frac{D_{max}}{D_{objetivo}}$$

$$B_y = \frac{22.53}{12.0} = 1.87$$

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO (B_{eff})

$$B_y = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_o)}{2.31 - 0.41 \ln(B_{effy})}$$

$$1.87 = \frac{2.31 - 0.41 \ln(5)}{2.31 - 0.41 \ln(B_{effy})}$$

$$B_{effy} = 32.79\%$$

AMORTIGUAMIENTO VISCOSO

$$BH = B_{eff} - 5\%$$

$$BH = 32.79\% - 5\%$$

$$BH = 27.79\%$$

RIGIDEZ DE BRAZO METALICO

Tabla 43. Rigidez del brazo metálico

Dimensiones ROUND HSS 20.00 x 0.375				
D ext.(in)	D int. (in)	Espesor (in)	Área (in ²)	Inercia (in ⁴)
20.00	19.65	0.349	21.5	1040

Fuente: AISC Steel construcción

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

Dónde:

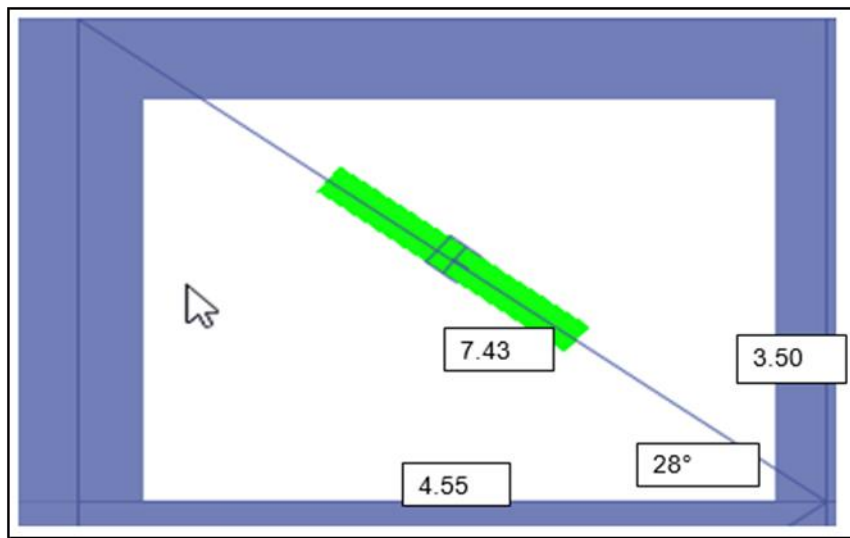
E = Modulo de elasticidad del acero 29000 ksi = 20.4 x 10⁶ Tn/m²

A = Área de la sección transversal del perfil 21.5 in² = 138.71 x 10⁻⁴ m²

L = Longitud del brazo metálico.

La longitud del brazo metálico se considera en su totalidad incluyendo el disipador, para la presente tesis se tendrá la disposición Diagonal, la cual consta de un brazo por pórtico.

Figura 34. Distribución de disipadores



Fuente: Elaboración Propia

Entonces para el eje Y-Y:

$$K_y = \frac{20.4 \times 10^6 * 138.71 \times 10^{-4}}{7.43}$$

$$K_y = 38084.41$$

EXPONENTE DE VELOCIDAD

$$\alpha = 0.50$$

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO NO LINEAL
CALCULO DE LA AMPLITUD

$$A = \frac{D}{B}$$

$$A = \frac{22.53}{1.87} = 12$$

FRECUENCIA ANGULAR

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$w = \frac{2\pi}{0.822} = 7.643 \text{ Rad/seg}$$

DESPLAZAMIENTO RELATIVO NORMALIZADO DEL PRIMER MODO.

Tabla 44. *Desplazamientos normalizados*

NIVEL	Φ_i	Φ_{i+1}	$\Phi_{rj} (\Phi_i - \Phi_{i+1})$
4	0.0150	0.0150	0.0030
3	0.0120	0.0120	0.0030
2	0.0080	0.0080	0.0040
1	0.0040	0.0040	0.0040

Fuente: Elaboración Propia

Parámetro λ

Como se conoce se tiene un factor $\alpha=0.5$ para disipadores viscosos no lineales, para lo cual la norma FEMA 274 nos brinda una tabla tabulada, en la cual para dicho factor le corresponde una lambda de 3.5.

NIVEL	PESO	MASA	θ	$\cos\theta$	Φ_i	Φ_{i+1}	Φ_{rj} ($\Phi_i - \Phi_{i+1}$)	$\cos\theta^{(1+\alpha)} * \Phi_{rj}^{(1+\alpha)}$	$m * \Phi_i^2$
4	477.515484	48.6764	28	0.88294759	0.014	0.0140	0.0040	0.00020989	0.0095
3	477.515484	48.6764	28	0.88294759	0.011	0.0110	0.0030	0.000136328	0.0059
2	477.515484	48.6764	28	0.88294759	0.008	0.0080	0.0030	0.000136328	0.0031
1	502.436023	51.21672	28	0.88294759	0.004	0.0040	0.0040	0.00020989	0.0008
BASE									
							SUMATORIA	0.001039299	0.1096

$$\Sigma C_j = \frac{\beta_H \times 2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} (\Sigma m_i \Phi_i^2)}{\lambda (\Sigma \Phi_j^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta)_j}$$

$$\Sigma C_j = 3849.86 \text{ tn. } \frac{s}{m}$$

Considerando 4 disipadores por piso EN EL EJE X

$$C_j = \frac{\sum C_j}{N_{\text{disipadores}}}$$

$$C_j = \frac{3849.86}{4} = 962.46 \text{tn} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}}$$

Se instalará 4 disipadores diagonales por piso

Figura 35. Introducción de los valores de los disipadores

Fuente: Elaboración Propia

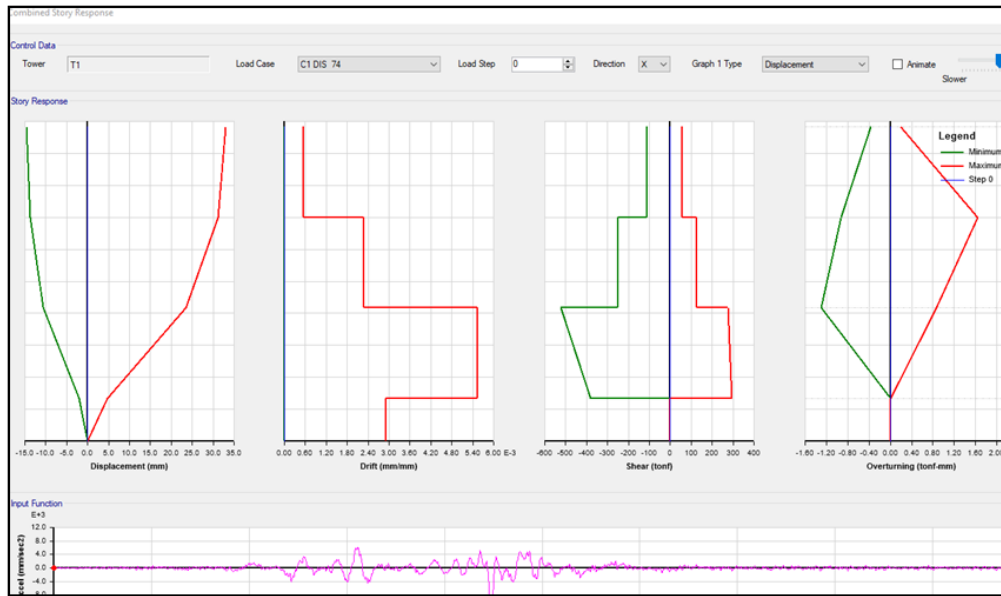
En y-y

$$k = 49263.08$$

$$C_j = 976.58$$

DIAGRAMA GENERAL

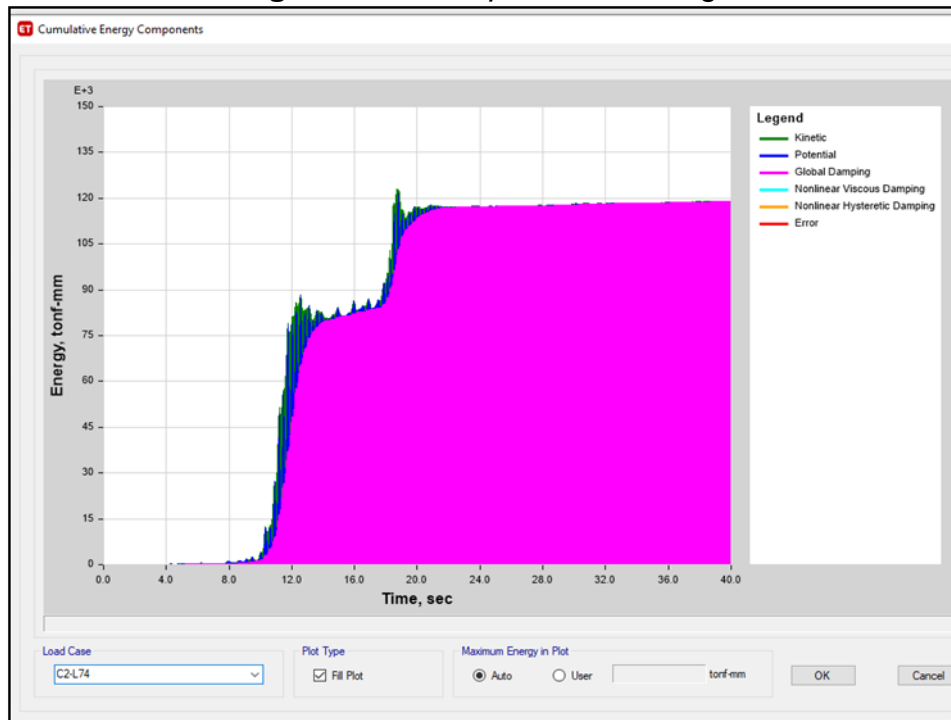
Figura 36. Diagrama general



Fuente: Elaboración Propia

4.8. Balance energético

Figura 37. Participación de energía



Fuente: Elaboración Propia

Las figuras precedentes muestran la participación de los disipadores en la absorción de energía sísmica durante el sismo severo y se calculó de acuerdo a la siguiente relación.

$$\% \text{ de disipación de energía} = \frac{\text{energía disipada por los dispositivos}}{\text{energía de entrada del sismo severo}}$$

$$\%x = \frac{1122.00}{1455.08} = 77.1\%$$

$$\%y = \frac{1590.10}{2019.1} = 78.0\%$$

Se obtiene que:

Los disipadores de fluido viscoso instalados en el eje “X” absorben y disipan el 77.1% de la energía del sismo severo, dejando el 22.9% a los elementos estructurales diseñados.

Los disipadores de fluido viscoso instalados en el eje “Y” absorben y disipan el 78% de la energía del sismo severo, dejando el 22% a los elementos estructurales diseñados.

4.9. Fuerzas actuantes en los disipadores


De los diagramas históricos se extrae la fuerza actuante en cada disipador para poder seleccionar el tipo de disipador.

Tabla 45. Fuerza actuante en cada disipador.

DISIPADOR	NIVEL	FUERZA(TNF)		FACTOR	FUERZA (KIP)	FUERZA TAYLOR (KIP)
K1	1	146.18	173.83	2.2046	322.268428	330
K2	2	171.09	-143	2.2046	377.185014	440
K3	3	133.85	-159.86	2.2046	295.08571	330
K4	4	143.33	119.51	2.2046	315.985318	330
K5	5	102.71	124.42	2.2046	226.434466	220
K6	6	102.78	-82.1	2.2046	226.588788	220
K7	7	61.4	-80.41	2.2046	135.36244	165
K8	8	52.93	-37.41	2.2046	116.689478	135
K9	1	173.83	-146.18	2.2046	383.225618	440
K10	2	143.48	-171.08	2.2046	316.316008	330
K11	3	159.85	-133	2.2046	352.40531	440
K12	4	119.5	-143.32	2.2046	263.4497	330
K13	5	124.41	-102.7	2.2046	274.274286	330
K14	6	82.089	-102.77	2.2046	180.973409	220
K15	7	80.39	-61.38	2.2046	177.227794	220
K16	8	37.39	-52.9	2.2046	82.429994	110

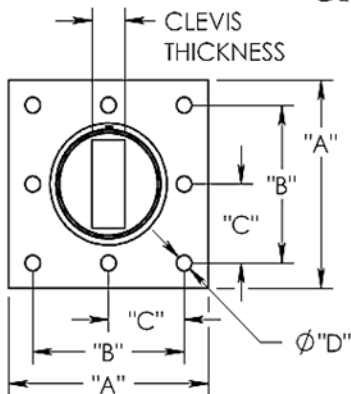
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 6. Selección del tipo de disparador

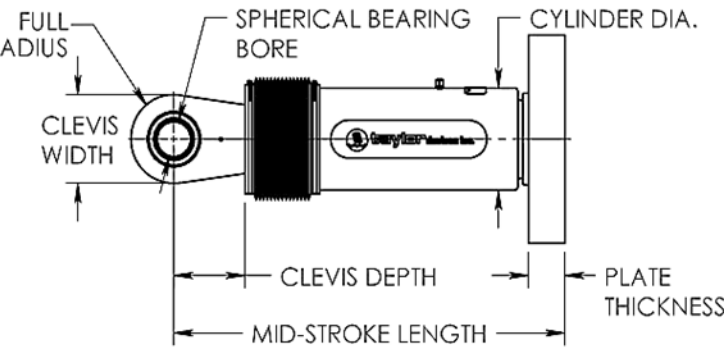


taylor devices inc.

FLUID VISCOUS DAMPERS & LOCK-UP DEVICES



Labels: CLEVIS THICKNESS, "A", "B", "C", "D", Ø "D"



Labels: FULL RADIUS, SPHERICAL BEARING BORE, CYLINDER DIA., CLEVIS WIDTH, CLEVIS DEPTH, MID-STROKE LENGTH, PLATE THICKNESS

FORCE	SPHERICAL BEARING BORE DIA. (INCHES)	MID-STROKE LENGTH (INCHES)	STROKE (INCHES)	CLEVIS THICKNESS (INCHES)	CLEVIS WIDTH (INCHES)	CLEVIS DEPTH (INCHES)	CYLINDER DIA. (INCHES)	WEIGHT (lbs.)
55 KIP	1.50	31.00	±3	1.63	4 MAX.	3.25	4-1/2 MAX.	98
110 KIP	2.00	39.25	±4	2.13	5 MAX.	4.00	5-3/4 MAX.	215
165 KIP	2.25	40.00	±4	2.25	6 MAX.	5.10	7-1/4 MAX.	400
220 KIP	2.75	41.25	±4	2.75	7-1/2 MAX.	5.88	8-1/4 MAX.	560
330 KIP	3.00	43.50	±4	3.00	8 MAX.	6.38	9-1/2 MAX.	675
440 KIP	3.50	53.00	±5	3.50	9 MAX.	7.50	11-1/4 MAX.	1000
675 KIP	4.00	56.75	±5	4.50	11-1/4 MAX.	8.00	13-3/4 MAX.	1750
900 KIP	5.00	64.00	±5	5.50	12-3/4 MAX.	10.75	16-3/4 MAX.	2400
1450 KIP	†	†	†	†	†	†	†	†
1800 KIP	†	†	†	†	†	†	†	†

FORCE	"A"	"B"	"C"	"D"	PLATE THICKNESS (INCHES)
55 KIP	7.00±.12	5.00±.01	*	0.81±.01	1.50±.03
110 KIP	11.12±.12	8.00±.01	*	1.25±.01	1.50±.03
165 KIP	13.50±.12	10.00±.01	5.00±.01	1.12±.01	2.40±.03
220 KIP	16.50±.12	12.50±.01	6.25±.01	1.25±.01	3.00±.06
330 KIP	17.00±.12	13.00±.01	6.50±.01	1.375±.010	3.00±.06
440 KIP	18.00±.12	13.50±.01	6.75±.01	1.500±.010	4.00±.06
675 KIP	20.00±.12	16.00±.01	8.00±.01	1.63±.01	4.00±.06
900 KIP	†	†	†	†	†
1450 KIP	†	†	†	†	†
1800 KIP	†	†	†	†	†

NOTE:
 VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE, FROM ±2 TO ±36 INCHES. FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR STROKE LONGER THAN STROKE LISTED IN TABLE. ANY STROKE CHANGE FROM THE STANDARD STROKE VERSION DEPICTED CHANGES MID-STROKE LENGTH BY FIVE INCHES PER ±1 INCH OF STROKE.

EXAMPLE: 220 KIP ±4 INCHES STROKE, MID-STROKE LENGTH IS 41.25 INCHES
 220 KIP ±6 INCHES STROKE,
 6-4 = 2 TIMES FIVE = 10
 41.25+10 = 51.25 INCHES MID-STROKE LENGTH

BELLOWS MAY BE REPLACED WITH A STEEL SLEEVE AS DESIRED STROKE LENGTHS INCREASE. CONSULT TAYLOR DEVICES FOR STROKE OVER ± 12 INCHES AND/OR FOR FORCE CAPACITIES FOR STROKE LONGER THAN LISTED IN TABLE.
 * DENOTES 4-BOLT MOUNTING PATTERN
 † DENOTES CUSTOM PATTERN. CONSULT FACTORY.

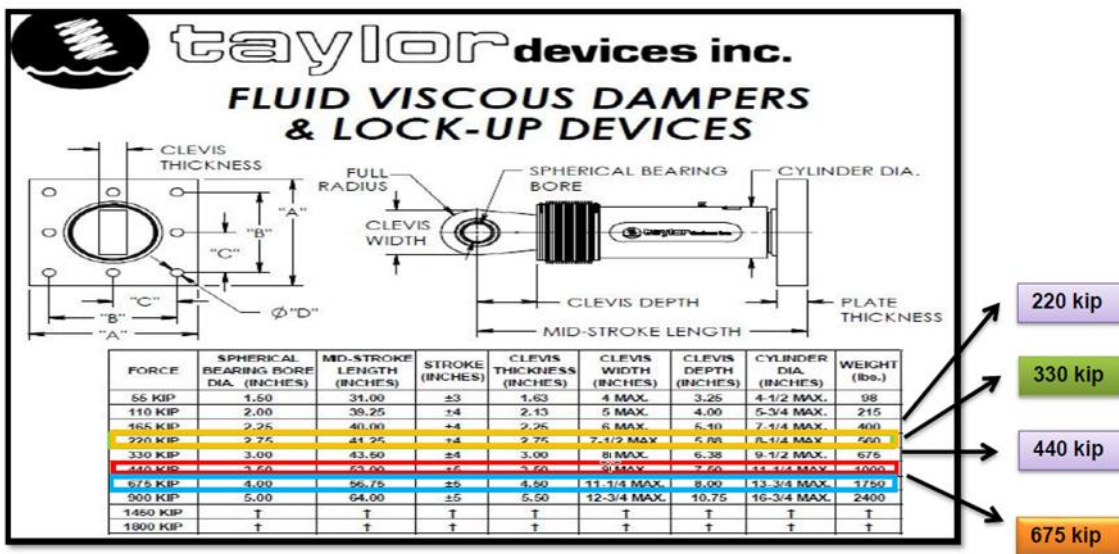
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 7. Fuerza soportada por tipo de disipador

FUERZA TAYLOR (Kip)	Peso (Lbs)
55	98
110	215
165	400
220	560
330	675
440	1000
675	1750
900	2400
1450	consultar
1800	consultar

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8. Selección del tipo de disparador



Fuente: Elaboración Propia

De los datos del cuadro se obtiene el cálculo de la fuerza de cada disipador en el eje X-X & Y-Y:

220.00kip

330.00kip

440.00kip.

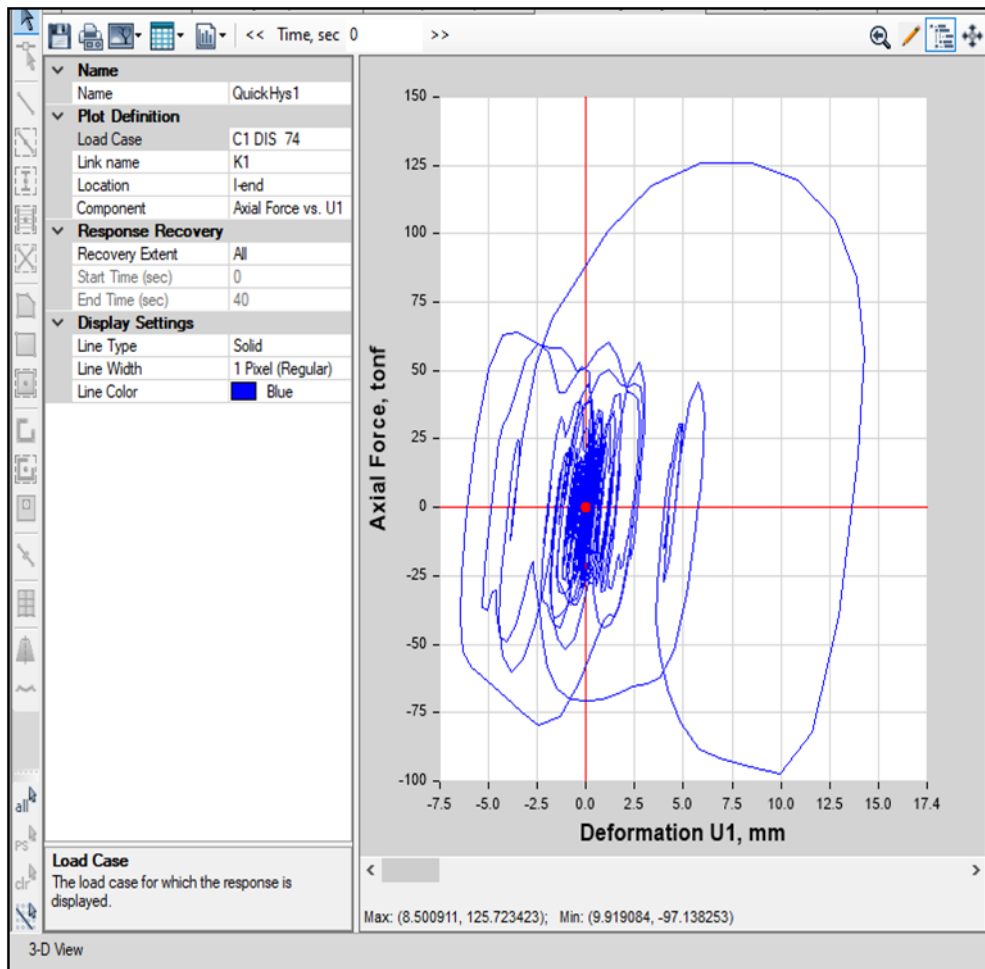
700.00kip.

En la imagen adjunta se selecciona las características del disipador de acuerdo a nuestros resultados del Etabs.

4.10. Máximo stroke

El valor máximo que demanda el fabricante de la empresa CDV es de 50mm O (5CM).

Figura 38. Máxima fuerza aplicada al disipador



Fuente: Elaboración Propia

Del diagrama histerético se puede observar que el máximo stroke es de 7.46mm, por tanto, la estructura se comporta eficientemente frente a las acciones sísmicas.

Diseño de brazo metálico (diagonal)

Todos los disipadores serán de fluido viscoso serán instalados en diagonal.

4.11. Análisis comparativo de los resultados

4.11.1. Cuadro de desplazamientos en el sistema con y sin disipadores

Tabla 46. Desplazamiento con y sin disipadores

RESUMEN DE LOS DESPLAZAMIENTOS POR LOS METODOS								
NIVELES	DINAMICO MODAL ESPECTRAL (mm)		DINAMICO MODAL ESPECTRAL CON R=1 (mm)		ANALISIS DINAMICO TIEMPO HISTORIA LIMA 70 CASO II (mm)		ANALISIS DINAMICO TIEMPO HISTORIA SISMO LIMA 70 CON DISIPADORES SISMICOS (mm)	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
N-4	15.416	15.671	107.768	109.556	140.261	134.62	55.603	45.49
N-3	11.971	12.287	83.685	85.899	112.007	102.777	45.484	37.543
N-2	8.344	8.591	58.33	60.063	79.627	69.717	33.065	27.306
N-1	4.507	4.673	31.51	32.668	43.601	37.066	18.558	17.664

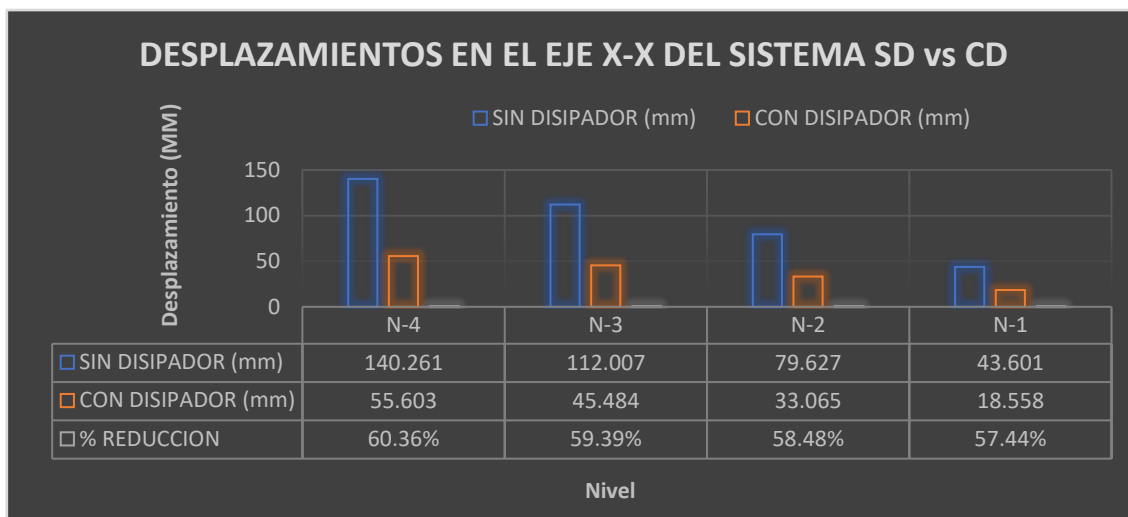
Fuente: Elaboración Propia

Se observa los métodos trabajados con sus respectivos desplazamientos, sin embargo, de acuerdo al tema de la tesis se trabajará con el análisis del pórtico con y sin disipadores sísmicos. De donde se hace notorio la disminución de los desplazamientos al usar los disipadores en el eje X-X,

4.11.2. Graficas con y sin disipadores sísmicos en el eje “X&Y”

Se muestra el grafico de barras donde se puede apreciar la variación del desplazamiento en el eje x-x cuando se incorpora los disipadores de fluido viscoso en dicha dirección.

Figura 39. Desplazamiento con y sin disipadores



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47. Reducción porcentual del desplazamiento

REDUCCION PORCENTUAL DEL DESPLAZAMIENTO EJE X-X			
NIVEL	SIN DISIPADOR (mm)	CON DISIPADOR (mm)	% REDUCCION
N-4	140.261	55.603	60.36%
N-3	112.007	45.484	59.39%
N-2	79.627	33.065	58.48%
N-1	43.601	18.558	57.44%

Fuente: Elaboración Propia

De los cálculos realizados se puede resaltar que nuestro sistema se reduce entre un 55%-65% del desplazamiento sin disipadores.

Al igual que en el eje x se muestra el grafico de barras donde se puede apreciar la variación del desplazamiento en el eje y-y cuando se incorpora los disipadores de fluido viscoso en dicha dirección.

4.11.3. Cuadro de derivas de entrepiso con y sin disipadores sísmicos

Tabla 48. Derivas del sistema con y sin disipadores

RESUMEN DE LAS DERIVAS POR LOS METODOS										
NIVELES	DINAMICO MODAL ESPECTRAL (%)		DINAMICO MODAL ESPECTRAL CON R=1 (%)		ANALISIS DINAMICO TIEMPO HISTORIA LIMA 70 CASO II (%)		ANALISIS DINAMICO TIEMPO HISTORIA SISMO LIMA 70 CON DISIPADORES SISMICOS (‰)		DERIVA E.030 (‰)	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
N-4	0.59	0.58	0.688	0.676	0.621	0.976	0.29	0.23	0.7	0.7
N-3	0.62	0.63	0.724	0.738	0.610	1.143	0.35	0.29	0.7	0.7
N-2	0.66	0.67	0.766	0.783	0.615	1.256	0.41	0.28	0.7	0.7
N-1	0.54	0.56	0.630	0.653	0.531	1.061	0.37	0.35	0.7	0.7

Fuente: Elaboración Propia

Se observa los métodos trabajados con sus respectivas derivas de entrepiso, sin embargo, de acuerdo al tema de la tesis se trabajará con el análisis del pórtico con y sin disipadores sísmicos, se verifica la reducción de estos desplazamientos al incorporar disipadores en el eje X-X & Y-Y.

4.11.4. Graficas comparativas de las derivas de entrepiso

Figura 40. Comparativo con y sin disipadores sísmicos



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49. Reducción de las derivas del entrepiso

REDUCCION PORCENTUAL DE LAS DERIVAS EJE X-X			
NIVEL	SIN DISIPADOR (mm)	CON DISIPADOR (mm)	% REDUCCION
N-4	0.620628571	0.289114286	53.42%
N-3	0.609542857	0.354828571	41.79%
N-2	0.6146	0.414485714	32.56%
N-1	0.53144	0.37116	30.16%

Fuente: Elaboración Propia

El porcentaje de derivas de entrepiso que se reduce en el sistema aporticado varía entre (30%-60%) con respecto al sistema sin disipadores.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados con antecedentes Internacionales

A partir de los antecedentes encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa general ya que se establece que existe una correlación directa y dependiente entre las dos variables analizadas. Estos hallazgos se visualizaron en el análisis sísmo resistente del sistema con disipadores viscosos de energía tipo Taylor y su efecto en los desplazamientos, energía y los esfuerzos.

Los resultados obtenidos por (Espejel Acosta, 2017) sostiene que en el análisis comparativo sísmico de un edificio aporta tico de 5 pisos con fluido viscoso y realizo tres configuraciones para los disipadores con exponente de $\alpha=1$ y para no lineales $\alpha=0.25$ no cumple la deriva permisible, obteniendo una reducción del 35% para los desplazamientos espectrales a diferencia que en nuestro modelamiento la reducción de desplazamientos es de 50%-66% aumentando así la efectividad en un 15% lo cual es aceptable para el desarrollador de esta investigación, es por ello que esta investigación tiene mucha concordancia con la tesis evaluada ya que los dos refieren a una disminución del desplazamiento pero siendo mayor en mi investigación por reducir en un 15% más que (Espejel Acosta, 2017).

Los resultados obtenidos por (Pardo Verdugo, 2017) sostiene que en el modelamiento de una estructura de 5 pisos de hormigón armado de 5 pisos posee una deformación en el sentido longitudinal con lo cual por su geometría y su esbeltez sobrepasa un 50% el valor permitido por la norma en el uso de disipadores de energía tipo viscoso tipo Lineal, el autor concluye que existe una reducción en los desplazamientos, velocidad, aceleración de los centros de masa

en cada piso, para una baja en los esfuerzos, corte y momento con un control efectivo en su reforzamiento sísmico para la estructura de 5 pisos, lo cual se concluye que se concuerda con el investigador ya que en la investigación planteada se reduce el desplazamiento en el eje X-X y los esfuerzos en ambos ejes y con una absorción de energía en la estructura y concluye que se deben plantear el uso de disipadores de energía en las estructuras de envergadura considerable ya que presentara una mejor conservación de los desplazamientos y un mejor comportamiento de toda la edificación lo cual se concluye que se concuerda con el autor de la investigación.

En la tesis planteada por (Fernando Farfán & Danovis Rincón, 2018), concluye que para poder recrear las estructuras logrando captar en el modelo de edificación donde se logra la mayor cantidad de asimilación de energía y el mejor desplazamiento horizontal y siendo la asimilación de la energía de manera ascendente, teniendo un análisis cualitativo y cuantitativo, este evita un movimiento ondulatorio con un modelo ascendente, lo se concuerda con el investigador ya que en la tesis presentada también se asimila la energía de manera ascendente lo cual conlleva a una buena asimilación de energía en el buen comportamiento de la estructura, recomienda también el uso de disipadores de energía del tipo viscoso que sea de un uso más constante en estructuras que albergan una cantidad de gente considerable es por ello que en la investigación planteada lo refiere a una estructura educativa, para lo cual se concuerda con el investigador ya que para el modelamiento de la estructura se debería de considerar el uso de disipadores siendo los hospitales, los centros educativos e infraestructuras en general donde se albergara una alta densidad poblacional debería de considerar la implementación de estos disipadores en proyectos ya mencionados.

5.2. Discusión de resultados con antecedentes Nacionales

Los resultados obtenidos por (Espejel Acosta, 2017) sostiene que en el análisis comparativo sísmico de un edificio aporta tico de 5 pisos con fluido viscoso y realizo tres configuraciones para los disipadores con exponente de $\alpha=1$ y para no lineales $\alpha=0.25$ no cumple la deriva permisible, obteniendo una reducción del 35% para los desplazamientos espectrales a diferencia que en nuestro modelamiento la reducción de desplazamientos es de 50%-66% aumentando así la efectividad

en un 15% lo cual es aceptable para el desarrollador de esta investigación, es por ello que esta investigación tiene mucha concordancia con la tesis evaluada ya que los dos refieren a una disminución del desplazamiento pero siendo mayor en mi investigación por reducir en un 15% más que (Espejel Acosta, 2017), donde recomienda el uso de disipadores de energía en proyectos de alta envergadura.

Los resultados obtenidos en la investigación guardan concordancia con (Morales Díaz & Contreras Balbaro, 2017) ellos sostienen que la asimilación y amortiguamiento de la estructura se reduce en un 25% siendo la deriva y las sollicitaciones internas de la estructura en un porcentaje de 0.6 en el factor de orden, siendo el costo de los dispositivos de 45 dólares por metros cuadrado más por el costo del metro cuadrado de área construida, con este autor se concuerda en los dos aspectos fundamentales que es la reducción del desplazamiento en un 25% lo cual es menor al estudio presentado en esta investigación que es de 35% y para el factor de deriva de 0.6 siendo parecido a la investigación planteada lo cual lleva a concluir concordancia en estos parámetros con esta investigación, en el tema del costo no se ha visto en mi investigación por ser un tema ajeno a los objetivos planteados y siendo muy variante en relación a tiempos y el movimiento muy relativo de la bolsa de valores, es por ello que se buscó utilizar la parte técnica como un sustento fundamentado en el análisis de los disipadores de energía tipo Taylor de fluido viscoso.

En el caso de la investigación sostenida por (Quispe Huaman & García Urrutia, 2019) plantea que el cambio drástico de la respuesta sísmica del edificio ha reducido un 50% las derivas de cada entrepiso, siendo el período de la estructura, la energía sísmica disipada por la estructura y eliminando la irregularidad torsional. Las Normas que se utilizaron para el desarrollo de esta tesis fueron: Para el Análisis Modal Espectral, la Norma Técnica Peruana E.030, E.020 y el ACI 318 – 19; y para el Análisis no lineal Tiempo – Historia, solamente la Norma Técnica Peruana E.030 (2018), se concuerda en todo lo anterior puesto a que reduce las deformaciones los esfuerzos y asimila la energía de la edificación.

CONCLUSIONES

1. Para el eje x-x se muestra que el desplazamiento de la estructura sísmica con el amortiguador de fluido viscoso reduce el desplazamiento entre un 55% y un 65% del desplazamiento de la estructura sin el amortiguador.
2. Para el eje y-y se muestra que el desplazamiento de la estructura sísmica con el amortiguador de fluido viscoso reduce el desplazamiento entre un 50% y un 70% del desplazamiento de la estructura sin el amortiguador.
3. El porcentaje de deformación estructural sísmica o deriva entre pisos con disipadores de energía de fluidos viscosos en sistemas de estructura varía entre (30 % y 80 %) en relación con los sistemas sin disipadores de energía.
4. La deformación o desplazamiento entre pisos de la estructura sísmica con disipadores de energía viscosos en el sistema de pórticos varía entre (57%-78%) en relación con el sistema sin disipadores de energía, y no hay diferencia significativa entre los dos con cortante viscosa fuerza de disipadores de fluidos y estructuras sísmicas sin disipadores de fluidos viscosos. No existe una diferencia significativa en la fuerza de corte entre las estructuras sísmicas con y sin disipadores de energía de fluidos viscosos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda predimensionar primero los elementos estructurales con la carga indicada en la RNE E.020 para un cálculo más preciso (evitar rediseño de los elementos estructurales).
2. Se recomienda utilizar datos sísmicos (aceleración) para zonas sísmicas similares a los requerimientos del proyecto, para ser lo más realista posible, y de allí seleccionar el disipador de calor más adecuado para el sistema.
3. Se recomienda utilizar amortiguadores de fluido viscoso en ambas direcciones del edificio para reducir el desplazamiento en ambas direcciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. APOSAC. (2004). *Cartilla del Pavimento Asfáltico*. Bogota: Asociacion de productores y pavimentadores de Colombia.
2. Baldenebro López, F. J. (2015). *Estudio numérico-experimental de fibras de PET y su comportamiento en una matriz de concreto*. Tesis doctoral, CIMAV repositorio, Facultad de ingeniera civil, Mexico.
3. Echevarria Romero, J. M. (2012). *Estudio del procedimiento de compactación en laboratorio para mezclas asfálticas recicladas en frio con emulsión bituminosa*. Granada: Universidad de Granada.
4. Espejel Acosta, O. A. (2013). *“Estudio Analítico Del Comportamiento De Una Estructura Reforzada Con Disipadores Pasivos De Energía”*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
5. Ezequiel. (1984). *Metodo científico*.
6. Ezequiel, A. (1984). *Tecnicas de investigacion social*. Argentina: Magisterio del Rio de la Plata.
7. Fernando Farfán, D., & Danovis Rincón, M. (2016). *Modelo Didactico de una Estructura Utilizando Disipadores de Energiade Fluido Viscoso*. TESIS , UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, BOGÓTA.
8. Franco Lozano, M., Leon Zambrano, H., & Ruiz Ruiz, J. E. (2015). *Estudio de la incidencia del Elvaloy en las propiedades reológicas del concreto asfáltico y del asfalto de la planta de Barrancabermeja*. Bogota: Universidad Catolica de Colombia.
9. Fuente Sadowski, J. C. (2015). *Análisis Sísmico de una Edificacion con Disipadores de Fluido Viscoso*. Lima.
10. Garcia Galindo, A. A., & Hernandez Sanchez, W. A. (2018). *Estudio del efecto en las propiedades mecánicas del concreto simple reforzado con fibras de tereftalato de polietileno (PET) y polipropileno (PP)*. Tesis de pregrado, Universidad de Cordova, Facultad de ingeniera Civil, Cordova.

11. González Escobar, W. (2007). *Guía básica para el uso de emulsiones asfálticas en la estabilización de bases en caminos de baja intensidad en El Salvador*. El Salvador: Escuela de Ingeniería Civil, UES.
12. Guevara Palma, M. R., Mendez Delgado, H. A., & Pimentel Gomez, J. C. (2010). *Diseño de mezclas asfálticas densas en frío basado en el método Marshall modificado de la universidad de Illinois*. Santa Ana, El Salvador: Universidad de El Salvador.
13. Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: McGraw-Hill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
14. Léctor Lafitte, M. A., & Villarreal Barragán, E. J. (2018). *Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto de Nuevo Chimbote*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Santa, Facultad de Ingeniería Civil, Chimbote.
15. Luis Ripani, J. (2017). *Estudio técnico económico de mezclas bituminosas densas en frío empleando áridos bonaerenses y emulsiones asfálticas convencionales y modificadas*. Tesis de Maestría en Ingeniería Vial, Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería, La Plata.
16. Maldonado Merino, Á. L. (2006). *Guía para el control y el aseguramiento de la calidad de construcción de pavimentos flexibles laborados con mezclas asfálticas en caliente en El Salvador*. El Salvador: Escuela de Ingeniería Civil, UES.
17. Medina Cardenas, L. D., & Quispe Yucra, N. S. (2017). *Protección óptima en el proceso de curado y su influencia en la resistencia de los concretos expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, Facultad de Ingeniería Civil, Arequipa.
18. Medina Padilla, P. C. (2019). *Criterios de estandarización de emulsiones asfálticas para el reciclado en frío de pavimentos en el Distrito Metropolitano de Quito*. Tesis de Pregrado, Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Quito.
19. Mendez Pinilla, F. (2018). Mezcla Densa En Frío. *Boletín Informativo*.
20. Morales Díaz, J., & Contreras Balbaro, M. (2012). *"Protección De Una Edificación Existente Con Disipadores De Energía"*. PERU: Pontificia Universidad Católica del Perú.
21. Morante Gomez, M. B. (2019). *Utilización de granulos de caucho triturado de neumáticos fuera de uso en mezclas asfálticas en frío con emulsión y material fresado*. Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Ingeniería, Quito.

22. Moya Heredia, J. C., & Mestanza Guamancuri, J. L. (2018). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envases PET utilizando agregados de la cantera de san Antonio y cemento Holcim tipo GU*. Quito, Ecuador.
23. Otiniano Arribasplata, M. A., & Paria Caballero, M. (2015). *Análisis de las propiedades Físico-mecánicas presentes en las mezclas asfálticas en frío utilizando emulsiones asfálticas cationicas y agregados pétreos de la localidad - Nvo. Chimbote - 2015*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Nuevo Chimbote.
24. Pardo Verdugo, J. P. (2007). *Control de la respuesta Dinámica de Estructuras Mediante el Uso de Disipadores de Energía de Fluido Viscoso de Tipo Línea*. TESIS, VALDIVIA - CHILE.
25. Paredes Matta, E. V. (2009). *Comportamiento mecánico de las mezclas tipo SMA (stone mastic asphalt)*. Lima : Universidad Ricardo Palma.
26. Pinto Meza, H. W. (2018). *Análisis del proceso de curado de concreto en ciclos de congelamiento/ deshielo y su influencia en la resistencia a la compresión, Yanacancha, Pasco*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería Civil, Pasco.
27. Portocarrero Gomez, M. B. (2019). *Influencia del caucho reciclado en la mezcla asfáltica en frío para el uso en el parchado de la carpeta asfáltica*. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Escuela académica profesional de Ingeniería Civil, Lima.
28. Quintero Blandón, C. F., & Mahecha Rico, J. D. (2016). *Usos y aplicaciones del plástico reciclado en la fabricación de elementos estructurales para construcción de vivienda en Colombia*. Tesis de Pregrado, Universidad Militar Nueva Granular, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá.
29. Quispe Huaman, C. K., & García Urrutia, P. A. (2019). *Reforzamiento Sísmico Mediante El Uso De Disipadores Históricos Tipo Shear Link Bozzo En Un Edificio De 14 Niveles En La Ciudad De Lima*. Tesis doctoral, Facultad de Ingeniería Civil, Perú.
30. Rodríguez Ore, E. (2018). *Influencia de la fibra de caucho reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
31. Sierra, J. (2016). *Usos y aplicaciones del plástico reciclado en la fabricación de elementos estructurales para construcción de vivienda en Colombia*. Tesis de pregrado, Escuela Colombiana de Julio Garavito, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá.
32. Tagle Arizaga, A. F., & Zapana Matheus, L. K. (2017). *Evaluación del deterioro del concreto con contenidos variables de aire incorporado y fibras de polipropileno sometido a congelamiento a edades tempranas*. Tesis de P

ANEXOS