



# UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Implementación de disipadores de fluido viscoso como reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca en el distrito de Villa María del Triunfo

### **TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

### **AUTOR**

Garavito Millones, Franchesco Antonio  
ORCID: 0000-0001-5657-9769

### **ASESOR**

Gárate Cáceres, Francisco Héctor  
ORCID: 0000-0003-0413-3399

**Lima, Perú**

**2022**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos del autor(es)**

Garavito Millones, Franchesco Antonio

DNI: 73572181

### **Datos de asesor**

Gárate Cáceres, Francisco Héctor

DNI: 7640930

### **Datos del jurado**

#### **JURADO 1**

Carmenates Hernandez, Dayma Sadami

DNI: 2944620

ORCID: 0000-0001-5482-7562

#### **JURADO 2**

López Silva, Maiquel

DNI: 2946058

ORCID: 0000-0002-0946-6160

#### **JURADO 3**

Pereyra Salardi, Enriqueta

DNI: 06743824

ORCID: 0000-0003-2527-3665

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

## **DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicada al gran amor de mi vida, Bertha Esther Millones Prado.

Por darme la vida y brindarme el amor más puro e incondicional en estos veintisiete años de vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento al mejor amigo de mi vida, Dios; agradecido a María Esther Prado y José Rufino Millones, por corregirme en los momentos precisos e incentivarme a mejorar como persona y profesional; a Universitario de Deportes por haberme enseñado el significado de resiliencia; a Alfredo Miranda Castro por siempre confiar en mí y a todos los amigos incondicionales que forman parte de mi vida.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN...</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos.....	1
1.2 Objetivo general y específico.....	3
1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática.....	3
1.4 Justificación e importancia .....	4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1 Antecedentes del estudio de investigación.....	6
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	7
2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio.....	9
2.2.1 Disipadores de fluido viscoso.....	9
2.2.2 Esquema del dispositivo.....	11
2.2.3 Respuesta del dispositivo.....	12
2.2.4 Propiedades de disipadores de fluido viscoso.....	17
2.2.5 Ubicación y disposición de disipadores.....	21
2.2.6 Parámetros sísmicos.....	23
2.3 Definición de términos básicos.....	32
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>33</b>
3.1 Hipótesis .....	33
3.1.1 Hipótesis principal.....	33
3.1.2 Hipótesis secundarias.....	33
3.2 Variables.....	33
3.2.1 Definición conceptual de las variables .....	33
3.2.2 Operacionalización de las variables.....	33
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>36</b>
4.1 Tipo y nivel.....	36
4.1.1 Tipo de investigación.....	36
4.1.2 Nivel de investigación.....	36
4.2 Diseño de investigación.....	36

4.3 Población y muestra.....	36
4.3.1 Población... ..	36
4.3.2 Muestra .....	36
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos... ..	37
4.4.1 Técnicas... ..	37
4.4.2 Instrumentos... ..	37
4.5 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos... ..	37
4.6 Procedimientos para la recolección de datos... ..	38
4.7 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información... ..	39
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE</b>	
<b>LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>40</b>
5.1 Presentación de resultados .....	40
5.1.1 Presentación de planos.....	40
5.1.2 Definición de materiales .....	42
5.1.3 Modelamiento del centro educativo.....	42
5.1.4 Definición de cargas .....	44
5.1.5 Definición de parámetros sísmicos .....	45
5.1.6 Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes .....	47
5.1.7 Irregularidades estructurales en altura .....	48
5.1.8 Irregularidades estructurales en planta .....	52
5.1.9 Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas .....	56
5.1.10 Coeficiente de cortante basal .....	57
5.1.11 Cortante basal estática .....	58
5.1.12 Análisis dinámico modal espectral .....	59
5.1.13 Aceleración espectral .....	60
5.1.14 Cortante basal dinámica.....	62
5.1.15 Verificación de cortante mínima.....	66
5.1.16 Control de fisuración de albañilería confinada por sismo moderado .....	69
5.1.17 Análisis sísmico con espectro objetivo .....	71
5.1.18 Registros sísmicos .....	74
5.1.19 Corrección de acelerogramas.....	75
5.1.20 Escalonamiento de acelerogramas .....	81
5.1.21 Determinación del sismo de diseño .....	87
5.1.22 Análisis tiempo – historia sin disipadores .....	88

5.1.23 Propiedades de disipadores de fluido viscoso.....	90
5.1.24 Análisis con disipadores de fluido viscoso .....	95
5.2 Análisis de resultados. ....	100
5.2.1 Análisis estático – dinámico modal espectral .....	100
5.2.2 Modos de vibración .....	101
5.2.3 Fuerza cortante mínima .....	101
5.2.4 Análisis dinámico con espectro objetivo .....	102
5.2.5 Sismo de diseño .....	102
5.2.6 Análisis tiempo – historia sin disipadores .....	102
5.2.7 Propiedades de disipadores de fluido viscoso.....	103
5.2.8 Análisis tiempo – historia con disipadores .....	103
5.3 Contrastación de hipótesis .....	107
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>110</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>111</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>115</b>
Anexo 1: Cronograma de actividades .....	115
Anexo 2: Presupuesto .....	116
Anexo 3: Matriz de consistencia.....	117
Anexo 4: Planos de arquitectura .....	118
Anexo 5: Planos de estructuras.....	119
Anexo 6: Permiso de la empresa.....	120

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de velocidad .....	19
Tabla 2. Valores según parámetros de zonificación .....	25
Tabla 3. Perfiles de suelo .....	25
Tabla 4. Factor "S" para suelos .....	26
Tabla 5. Tipos de periodos.....	26
Tabla 6. Factor de amplificación sísmica .....	26
Tabla 7. Categoría de edificaciones .....	27
Tabla 8. Sistemas estructurales .....	27
Tabla 9. Irregularidades en edificaciones .....	28
Tabla 10. Coeficiente básico de reducción .....	29
Tabla 11. Irregularidades en piso.....	29
Tabla 12. Irregularidades en planta.....	30
Tabla 13. Cálculo del peso sísmico.....	31
Tabla 14. Estimación del periodo fundamental .....	32
Tabla 15. Matriz operacional de variables .....	35
Tabla 16. Materiales de construcción .....	42
Tabla 17. Cargas vivas de edificación .....	44
Tabla 18. Cargas muertas de edificación .....	45
Tabla 19. Periodos fundamentales .....	46
Tabla 20. Coeficientes básicos de reducción .....	47
Tabla 21. Resumen de parámetros sísmicos .....	48
Tabla 22. Rigideces laterales en x.....	48
Tabla 23. Rigideces laterales en y.....	48
Tabla 24. Fuerzas cortantes en x.....	49
Tabla 25. Fuerzas cortantes en y.....	49
Tabla 26. Pesos de entresijos .....	50
Tabla 27. Áreas brutas .....	50
Tabla 28. Máximos desplazamientos relativos en x .....	52
Tabla 29. Máximos desplazamientos relativos en y .....	52
Tabla 30. Máximos desplazamientos en x .....	53
Tabla 31. Máximos desplazamientos en y .....	53
Tabla 32. Áreas de diafragmas.....	55

Tabla 33. Resumen de irregularidades.....	56
Tabla 34. Coeficiente de reducción sísmica .....	57
Tabla 35. Coeficiente de cortante basal .....	57
Tabla 36. Cortante basal estática .....	58
Tabla 37. Cortante basal dinámica.....	66
Tabla 38. Verificación de cortantes basales.....	67
Tabla 39. Corrección de cortantes .....	67
Tabla 40. Máximas derivas en x .....	69
Tabla 41. Máximas derivas en y .....	69
Tabla 42. Agrietamiento en segundo nivel .....	70
Tabla 43. Agrietamiento en primer nivel.....	71
Tabla 44. Máximas derivas en x con espectro objetivo .....	73
Tabla 45. Máximas derivas en y con espectro objetivo .....	74
Tabla 46. Lista de acelerogramas elegidos .....	74
Tabla 47. Lista de componentes .....	75
Tabla 48. Máximas derivas escaladas.....	87
Tabla 49. Derivas de entrepiso sin disipadores.....	89
Tabla 50. Máximos desplazamientos en e-w .....	90
Tabla 51. Factor de reducción.....	91
Tabla 52. Amortiguamiento efectivo .....	91
Tabla 53. Amortiguamiento viscoso.....	92
Tabla 54. Rigideces de disipadores.....	92
Tabla 55. Valores de lambda .....	93
Tabla 56. Valores iniciales de dispositivos.....	93
Tabla 57. Masas de entrepiso.....	94
Tabla 58. Desplazamientos de entrepisos .....	94
Tabla 59. Ángulos de inclinación .....	94
Tabla 60. Coeficientes de amortiguamiento .....	94
Tabla 61. Resumen de propiedades de disipadores .....	95
Tabla 62. Máximas derivas con disipadores.....	100
Tabla 63. Máximos desplazamientos con disipadores.....	100
Tabla 64. Verificación de derivas .....	101
Tabla 65. Verificación de modos de vibración.....	101
Tabla 66. Verificación de cortante mínima .....	101

Tabla 67. Máximas derivas con espectro objetivo.....	102
Tabla 68. Máximas derivas con acelerogramas .....	102
Tabla 69. Verificación de derivas según E.030 .....	102
Tabla 70. Desplazamientos en dirección x .....	103
Tabla 71. Propiedades finales de dispositivos .....	103
Tabla 72. Comparación de fuerzas cortantes .....	105
Tabla 73. Comparación de máximas derivas .....	105
Tabla 74. Máximas derivas con disipadores .....	106
Tabla 75. Comparación de máximos desplazamientos .....	106
Tabla 76. Máximos desplazamientos con disipadores .....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N 1. Ubicación del centro educativo .....	4
Figura N 2. Disipador sísmico Taylor.....	10
Figura N 3. Funcionalidad interna del dispositivo.....	11
Figura N 4. Esquema del dispositivo .....	12
Figura N 5. Disposición Chevron .....	13
Figura N 6. Relación entre las variables .....	14
Figura N 7. Respuesta del desfase del dispositivo .....	15
Figura N 8. Respuesta 1 del dispositivo.....	16
Figura N 9. Respuesta 2 de dispositivo.....	16
Figura N 10. Respuesta 3 del dispositivo.....	17
Figura N 11. Respuesta 4 del dispositivo.....	17
Figura N 12. Ángulo y desplazamiento relativo .....	19
Figura N 13. Comportamiento del dispositivo.....	20
Figura N 14. Primera opción de ubicación de disipadores .....	22
Figura N 15. Segunda opción de ubicación de disipadores .....	22
Figura N 16. Tercera opción de ubicación de disipadores.....	23
Figura N 17. Mapa sísmico según zonas del Perú .....	24
Figura N 18. Procedimiento 1 para el modelamiento del centro educativo .....	38
Figura N 19. Procedimiento 2 para el análisis sísmico .....	38
Figura N 20. Procedimiento 3 para la implementación de disipadores .....	39
Figura N 21. Plano de arquitectura del primer piso .....	40
Figura N 22. Plano de arquitectura del segundo piso .....	40
Figura N 23. Plano de estructuras del primer piso.....	41
Figura N 24. Plano de estructuras del segundo piso .....	41
Figura N 25. Vista 1 del centro educativo .....	43
Figura N 26. Vista 2 del centro educativo .....	43
Figura N 27. Creación de secciones.....	44
Figura N 28. Cargas muertas .....	45
Figura N 29. Vista 3 del centro educativo .....	51
Figura N 30. Vista 4 del centro educativo .....	51
Figura N 31. Vista en planta del primer piso .....	54
Figura N 32. Vista en planta del segundo piso .....	54

Figura N 33. Vista 1 en planta del primer nivel.....	55
Figura N 34. Vista 2 en planta del segundo nivel.....	56
Figura N 35. Obtención de cortante basal .....	58
Figura N 36. Definición de modos de vibración.....	59
Figura N 37. Definición de espectros de respuesta.....	60
Figura N 38. Espectro en dirección x .....	61
Figura N 39. Espectro en dirección y .....	61
Figura N 40. Espectro de respuesta en x.....	62
Figura N 41. Espectro de respuesta en y.....	62
Figura N 42. Casos de cargas dinámicas .....	63
Figura N 43. Caso en dirección x .....	64
Figura N 44. Caso en dirección y .....	65
Figura N 45. Tablas de cortantes dinámicas.....	66
Figura N 46. Combinación de cargas .....	68
Figura N 47. Tablas de derivas .....	68
Figura N 48. Espectro de respuesta en x.....	72
Figura N 49. Derivas en dirección x .....	72
Figura N 50. Máximas derivas en y.....	73
Figura N 51. Registro sísmico de 2007 .....	75
Figura N 52. Registro sísmico de 1974 .....	76
Figura N 53. Registro sísmico de 1966 .....	77
Figura N 54. Primer acelerograma de 2007.....	78
Figura N 55. Segundo acelerograma de 2007.....	78
Figura N 56. Primer acelerograma de 1974.....	79
Figura N 57. Segundo acelerograma de 1974.....	79
Figura N 58. Primer acelerograma de 1966.....	80
Figura N 59. Segundo acelerograma de 1966.....	80
Figura N 60. Aceleración espectral.....	81
Figura N 61. Aceleración espectral en SeismoMatch.....	82
Figura N 62. Primer acelerograma escalado de 2007 .....	82
Figura N 63. Segundo acelerograma escalado de 2007 .....	83
Figura N 64. Primer acelerograma escalado de 1974 .....	84
Figura N 65. Segundo acelerograma escalado de 1974.....	84
Figura N 66. Primer acelerograma escalado de 1966 .....	85

Figura N 67. Segundo acelerograma escalado de 1966 .....	86
Figura N 68. Caso 1 al 100% del sismo e-w.....	86
Figura N 69. Caso 2 al 100% del sismo n-s.....	87
Figura N 70. Función e-w de 1974 .....	88
Figura N 71. Load case para sismo de 1974.....	89
Figura N 72. Gráfico de desplazamientos en dirección x .....	90
Figura N 73. Definición de propiedades.....	95
Figura N 74. Propiedades del dispositivo 1 .....	96
Figura N 75. Propiedades del dispositivo 2 .....	97
Figura N 76. Load case para análisis dinámico .....	98
Figura N 77. Vista en elevación 1-1 .....	98
Figura N 78. Vista en elevación 12-12 .....	99
Figura N 79. Vista en elevación 14-14 .....	99
Figura N 80. Ubicación de disipadores.....	99
Figura N 81. Vista 1 en planta con disipadores .....	104
Figura N 82. Vista 2 en planta con disipadores .....	104

## RESUMEN

La presente tesis tuvo por objetivo realizar el reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca mediante la implementación de disipadores de fluido viscoso, pues este, debido a su antigüedad, fue construido con normativas antiguas.

Se plantea analizar la edificación existente de acuerdo a las especificaciones de las normas técnicas E.030 Diseño Sismorresistente y E.031 Aislamiento Sísmico, determinando las fuerzas cortantes, máximas derivas y máximos desplazamientos en cada piso. Asimismo, del expediente técnico del Centro Educativo Salamanca se obtuvieron los planos arquitectónicos y estructurales para el realizar el modelamiento y los análisis sísmicos mediante el programa Etabs.

El enfoque de la investigación fue de tipo descriptivo debido a que el presente estudio busca describir el comportamiento estructural del Centro Educativo Salamanca cuando este es afectado por la acción de un movimiento sísmico.

Mediante los elementos estructurales existentes del Centro Educativo Salamanca, se ubicaron los disipadores de fluido viscoso en el primer y segundo nivel, asimismo la disposición elegida de los disipadores fue de forma diagonal solo en el eje x pues, en el eje y, las máximas derivas fueron menores al límite de distorsión indicado por la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

De esta manera, las máximas derivas y los máximos desplazamientos se redujeron en un 30 % luego de implementar los disipadores de fluido viscoso al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

**Palabras clave:** Disipadores de fluido viscoso, derivas, análisis tiempo – historia.

## **ABSTRACT**

The objective of this thesis was to carry out the seismic-resistant reinforcement of Pavilion A of the Salamanca Educational Center through the implementation of viscous fluid devices, since this building, due to its age, was built with old standards.

The existing building was analyzed according to the specifications of technical standards E.030 Seismic Resistant Design and E.031 Seismic Isolation, determining the shear forces, maximum drifts and maximum displacements on each floor. Likewise, the architectural and structural plans were obtained from the technical file of the Salamanca Educational Center in order to perform the modeling and seismic analysis using the Etabs software.

The research approach was descriptive because this study seeks to describe the structural behavior of the Salamanca Educational Center when it is affected by the action of a seismic movement.

Using the existing structural elements of the Salamanca Educational Center, the viscous fluid devices were located on the first and second levels, and the chosen arrangement of the devices was diagonal only on the x-axis since, on the y-axis, the maximum drifts were less than the distortion limit indicated by the technical standard E.030 Seismic Resistant Design.

Thus, the maximum drifts and maximum displacements were reduced by 30% after implementing the viscous fluid devices in Pavilion A of the Salamanca Educational Center.

**Key words:** viscous fluid devices, drifts, time – history analysis.

## INTRODUCCIÓN

Como se conoce, el Perú forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, en donde se producen el 80 % de los terremotos. Es por ello que la alta sismicidad de Lima genera la vulnerabilidad estructural del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Para lograr que el Pabellón A presente un correcto comportamiento estructural, la norma E.030 Diseño Sismorresistente indica que las máximas derivas no deben sobrepasar el límite de distorsión para el sistema estructural de la edificación.

En el Capítulo I, se presenta el problema del Pabellón A del centro educativo, citando a diferentes autores y mostrando las consecuencias del impacto de los sismos registrados en Lima. Después, se muestran los objetivos, las delimitaciones y la temática del estudio. Finalmente, se indican las justificaciones y la importancia de la investigación realizada.

En el Capítulo II, se muestran los antecedentes nacionales e internacionales elegidos de acuerdo al tema de investigación. Luego, se presenta el marco teórico en donde se enfatiza el funcionamiento de los disipadores de fluido viscoso y los requerimientos mínimos para ejecutar los análisis estáticos y dinámicos según las normas técnicas E.030 y E.070.

En el Capítulo III, se presentan las hipótesis. Luego se indican los tipos de variables y, finalmente, se muestra la matriz operacional de las variables.

En el Capítulo IV, se indica el tipo y nivel de investigación. Luego se muestra el nivel y el diseño de investigación y, además, se identifica la población y la muestra de la presente investigación. Finalmente, se mencionan los instrumentos utilizados y se presentan los procedimientos para la recolección de los datos.

En el Capítulo V, se realizan los análisis sísmicos al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca con y sin la implementación de los disipadores de fluido viscoso. Después se recopilan los resultados obtenidos del software Etabs. Finalmente, se contrastan los resultados obtenidos con las hipótesis planteadas.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los análisis estructurales realizados al Pabellón A con y sin la implementación de los disipadores de fluido viscoso.

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

Según Morales, N. y Zavala, C. (2008) indican que, pese a que la tecnología sigue avanzando de manera muy rápida, todavía no se cuenta con una herramienta que nos indique en donde podemos evidenciar un sismo. Lo que sí afirman es que, en la actualidad, ya se conoce cuáles son los países que presentan sismos de gran magnitud. Entre ellos encontramos a nuestro país, el Perú, el cual forma parte del Círculo de Fuego del Pacífico. En este lugar se presentan el 80 % de todos los movimientos sísmicos producidos en nuestro planeta. Si observamos algunos acontecimientos registrados en la capital de Lima, nos daremos cuenta de que el territorio peruano es una zona altamente sísmica.

El primer acontecimiento se registró en octubre de 1687. Este terremoto presentó una magnitud de 8.0 grados en la escala de Richter. Los especialistas comentan que este fue el más devastador registrado en la historia de Lima, tanto así que varias construcciones quedaron demolidas en su totalidad.

El segundo acontecimiento se registró en mayo de 1940. Este terremoto presentó una magnitud de 8.2 grados en la escala de Richter. Lamentablemente, el 80 % de las edificaciones unifamiliares colapsaron en Chorrillos. Además, algunos tramos del malecón de Chorrillos se hundieron a causa de este terremoto.

Caso parecido ocurrió en el Callao, en donde se registraron más de cuatro mil viviendas destruidas y alrededor de cuatro mil personas heridas. Además, se presentaron averías en la Compañía Nacional de Cerveza de este distrito.

El último acontecimiento se registró en octubre de 1974. Este terremoto presentó una magnitud de 9.0 grados en la escala de Mercalli modificada. Lamentablemente, este movimiento agresivo afectó la capital del país y las ciudades colindantes a Lima. Además, se registraron 78 personas muertas y alrededor de dos mil quinientas personas heridas. No obstante, en las viviendas unifamiliares y multifamiliares de Chorrillos, el Callao y la Molina se presentaron daños severos.

Los especialistas indicaron que los responsables de esta desgracia fueron los proyectistas que diseñaron las viviendas afectadas, pues, lamentablemente, no consideraron las acciones de las fuerzas sísmicas.

Como dato adicional, en el ámbito económico, las pérdidas superaron los diez mil millones de soles.

Tavera, H. (2021) comenta que el problema no es la magnitud que presentan los movimientos sísmicos, sino la manera en como las personas construyen sus edificaciones.

Basta observar las edificaciones a nuestro alrededor para darnos cuenta de que las personas construyen sus viviendas de forma desordenada y sin importar el tipo de suelo en donde estas se encuentren.

Sencico (2018) nos informa, mediante la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, que todas las edificaciones existentes se clasifican en diferentes categorías preestablecidas. Entre estas categorías se encuentran las edificaciones esenciales, importantes, comunes y temporales.

Para el caso de las instituciones educativas, Sencico las ubica en la categoría de las edificaciones esenciales. Pues si se presentara un movimiento sísmico, las instituciones educativas servirían como espacios de protección para albergar a las personas.

El Ministerio de Educación (2016) indica que, en el 2014, el Instituto Nacional de Estadística e Informática realizó el Censo de Infraestructura Educativa.

Este censo nos permitió conocer todos los problemas estructurales que afrontaban las instituciones educativas públicas cuando estas fueran afectadas por un movimiento sísmico de gran magnitud.

Durante las visitas técnicas, varios ingenieros civiles indicaron que la mayoría de las instituciones educativas públicas no contaban con estándares de seguridad.

Los resultados obtenidos indicaron que el 77 % de las instituciones educativas fueron diseñadas con los criterios básicos de los padres de familia, mientras que el 33 % restante fueron diseñadas sin los criterios de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Además, los especialistas indicaron que el 50 % de las instituciones educativas requieren una demolición total debido a las fallas estructurales observadas in situ.

En el caso de las instituciones educativas restantes, los especialistas sugieren realizar un reforzamiento estructural con la ayuda de ingenieros estructurales capacitados.

Como conclusión final, los especialistas indicaron que el estado debía invertir alrededor de sesenta mil millones de soles para dar solución a los problemas estructurales antes mencionados.

Comprendiendo un poco más la situación que afronta nuestro país frente a la acción de un movimiento sísmico de gran magnitud y que la mayoría de las instituciones educativas no fueron construidas con la norma técnica vigente, se evidencia la alta vulnerabilidad que presentan las instituciones educativas de Villa María del Triunfo.

## 1.2 Objetivo general y específico

### 1.2.1 Objetivo general

Realizar la implementación de disipadores de fluido viscoso como reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca ubicado en el distrito de Villa María del Triunfo.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) Evaluar la respuesta sísmica del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca con la norma E.030 Diseño Sismorresistente
- b) Calcular la cantidad de energía sísmica disipada en la implementación de disipadores de fluido viscoso para el reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.
- c) Calcular la reducción de las derivas permisibles en la implementación de disipadores de fluido viscoso para el reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

## 1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática

### 1.3.1 Temporal

El estudio de la investigación se desarrollará en un periodo de seis meses, iniciando en el mes de mayo y concluyendo en el mes de noviembre del año 2022. Ver Anexo 1 Cronograma de Actividades.

### 1.3.2 Espacial

El Pabellón A del Centro Educativo Salamanca se encuentra ubicado en la Av. Ferrocarril 700 del distrito de Villa María del Triunfo, con coordenadas de latitud 8649701.00 y longitud 292885.00.

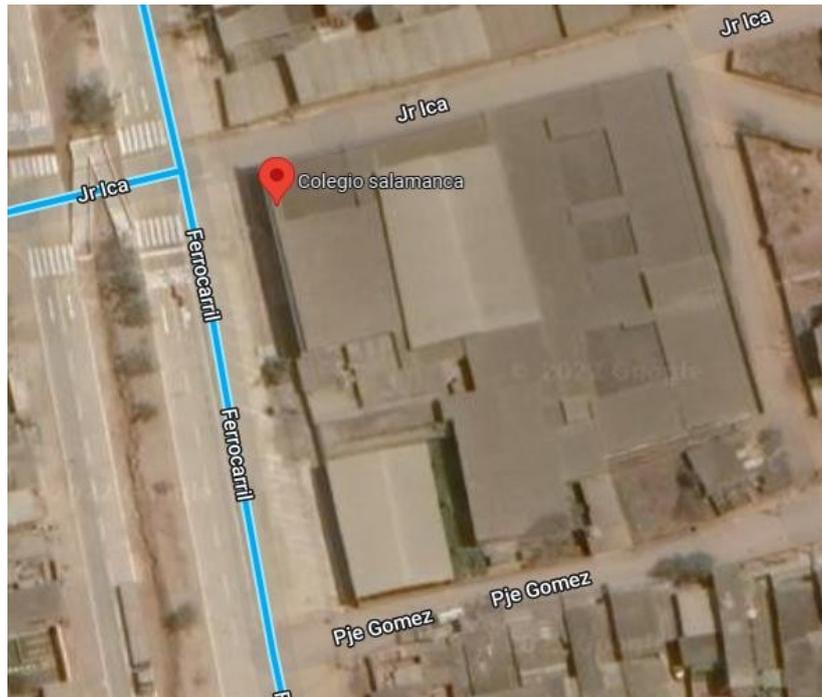


Figura N 1: Ubicación del centro educativo  
Fuente: Google Maps (2022)

### 1.3.3 Temática

La presente investigación pertenece a la especialidad de estructuras, centrándose en la implementación de disipadores de fluido viscoso como reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

## 1.4 Justificación e importancia

### 1.4.1 Justificación teórica

La presente investigación usa todos los conocimientos teóricos adquiridos del área de estructuras. A la vez, genera una discusión sobre la aplicación de los disipadores de fluido viscoso en los centros educativos públicos y privados del distrito de Villa María del Triunfo.

### 1.4.2 Justificación práctica

En el ámbito práctico, la presente investigación promueve el uso de los disipadores de fluido viscoso como opción de reforzamiento sismorresistente para las instituciones educativas de Villa María del Triunfo que cuenten con más de 30 años de antigüedad.

### 1.4.3 Justificación social

En el ámbito social, la presente investigación beneficia a todos los estudiantes y trabajadores del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca, ya que

garantiza la operatividad y la seguridad de la edificación cuando este es afectado por un movimiento sísmico.

#### 1.4.4 Importancia

La importancia del presente trabajo de investigación es implementar los disipadores de fluido viscoso para disminuir las máximas derivas de entrepiso cuando el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca sea afectado por un movimiento sísmico.

Para ello se analizará correctamente la ubicación y la cantidad de disipadores de fluido viscoso que se agregarán al Pabellón A del Centro Educativo.

Cabe mencionar que, en el distrito de Villa María del Triunfo, se evidencia la ausencia del uso de disipadores de fluido viscoso en las instituciones educativas existentes.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio de investigación

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Gómez, D. (2020). En el presente trabajo final “Evaluación del coeficiente de disipación de energía  $R$  en edificaciones de concreto reforzado con disipadores de energía viscosos ubicados en zonas de amenaza sísmica alta” presentado para la obtención del título de Magíster en Ingeniería en la Universidad Nacional de Colombia, el objetivo principal del autor es calcular el coeficiente de disipación de energía mediante la implementación de disipadores de energía viscosos en las edificaciones de concreto reforzado construidas en zonas de peligro sísmico. Entre los resultados más importantes se observan los coeficientes de rigidez “ $k$ ” y el exponente de amortiguamiento “ $\alpha$ ” en edificaciones de 4, 8, 12, 16 y 20 pisos. Además, en los gráficos mostrados, se observan los periodos, las aceleraciones y el porcentaje de participación del modo fundamental del presente trabajo. El autor concluyó que no sirve de mucho enfocarse en colocar los disipadores en las luces externas de los pórticos estructurales, ya que no se registra un cambio representativo en los resultados obtenidos. Además, se concluyó que, durante la implementación de estos dispositivos, la edificación se vuelve más rígida, dando como resultado que los desplazamientos de entrepiso se reduzcan en gran magnitud. Finalmente, el presente trabajo final nos aporta, en porcentajes significativos, la cantidad de energía que se libera cuando se implementan estos disipadores en las edificaciones existentes.

Supe, H. (2021). En el presente trabajo experimental “Análisis del desempeño estructural de la tipología edificios públicos con el uso de amortiguadores viscoelásticos” presentado para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Técnica Ambato de Ecuador, el objetivo principal del autor fue crear un modelo estructural que se utilice para todas las edificaciones públicas de ocho niveles a más ubicadas en la Sierra Central del país. Entre los resultados obtenidos se comenta que estos dispositivos brindan a la estructura una mejor propiedad de amortiguamiento frente a la acción de un

sismo. Además, si se realiza una comparación económica entre la intervención del refuerzo mínimo con la implementación de los disipadores viscoelásticos, el costo de inversión de los disipadores es mucho menor. El autor concluyó que el desempeño del modelo propuesto brindó resultados positivos y alentadores. No obstante, luego de la implementación de estos dispositivos, los desplazamientos se redujeron en un 30 % en las dos direcciones analizadas de las edificaciones. Finalmente, el presente trabajo experimental muestra la importancia de los amortiguadores viscoelásticos en edificaciones públicas y el costo de inversión durante la implementación de los dispositivos.

Alcocer, S. y Muriá, D. (2021). En la presente guía técnica “Rehabilitación sísmica de la infraestructura física educativa de México” preparada por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicada en la capital del país, el objetivo principal del autor fue brindar a todos los especialistas en construcción, reglas que presenten un buen sustento técnico para el uso durante la rehabilitación de instituciones educativas.

Entre los resultados más importantes se observan los tipos de tratamientos para las superficies, las opciones de solución para rehabilitar cimentaciones, los sistemas pasivos de protección, los tipos de pruebas de cargas y los planes técnicos para revisar la calidad final de las construcciones.

Se concluye que los lectores contarán con diferentes recomendaciones para la evaluación y el análisis de las estructuras en proceso de rehabilitación.

Finalmente, el presente trabajo experimental nos brinda diferentes alternativas de solución durante la rehabilitación de los elementos estructurales de instituciones educativas.

#### 2.1.2 Antecedentes nacionales

Cáceres, G. y Pichihua, N. (2019). En la presente tesis titulada “Reforzamiento antisísmico en hospitales utilizando Amortiguadores de Fluido Viscoso” presentado para la obtención del bachiller de Ingeniería Civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, el objetivo principal del autor es proporcionar a los hospitales un dispositivo capaz de disipar la energía de entrada por efecto de los sismos. Los principales resultados indican que las máximas derivas de entrepiso en el eje y superan el límite de

distorsión indicado por la Norma E.030. Diseño Sismorresistente. Además, se menciona que la cortante basal se redujo en un 23 % cuando se agregaron los dispositivos de fluido viscoso. El autor concluyó que la edificación es vulnerable debido a que las máximas derivas calculadas sobrepasan el límite de distorsión exigido por la norma técnica E.030. También concluyó que, si ubicamos los dispositivos en los pórticos extremos de la estructura, las máximas derivas disminuyen en un 3.3 %. Finalmente, la presente tesis nos aporta la utilidad de los disipadores de fluido viscoso durante la reducción de las máximas derivas de entrepiso.

Hernández, M. y Montesinos, O. (2019). En la presente tesis “Análisis sísmico con Disipadores de Energía Tipo Viscoso como propuesta de reforzamiento del Pabellón A Modelo 780 del Colegio N 2141” presentado para la obtención del Bachiller de Ingeniería Civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, el objetivo principal del autor fue evaluar la respuesta sísmica de la estructura durante la inclusión de estos dispositivos analizados. Los resultados muestran los momentos máximos, las cortantes en la base y los desplazamientos obtenidos antes y después de la inclusión de estos dispositivos. Luego de finalizar los análisis sísmicos, el autor concluyó que la edificación no cuenta con un correcto desempeño estructural en el eje x. Además, concluye que, luego de implementar los disipadores a la estructura, las máximas derivas del segundo piso se reducen en 59 % mientras que, en el primer piso, se reducen en un 56 %. Finalmente, la presente tesis nos aporta la importancia de la ubicación de los dispositivos para disminuir las máximas derivas de entrepiso.

Apaza, G. (2021). En la presente tesis “Influencia de la aplicación de disipadores de fluido viscoso como reforzamiento estructural del Palacio Municipal en el distrito de Miraflores, Arequipa 2021” para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte, el objetivo principal del autor fue analizar los beneficios obtenidos luego de implementar una cierta de disipadores de fluido viscoso a la estructura existente.

Los resultados indicaron que el eje y fue el más inestable debido a que en él se presentaron las mayores distorsiones de entrepiso. Además, se indicó

que el costo por metro cuadrado fue de 95.32 dólares. El autor concluyó que el Palacio Municipal requiere un reforzamiento estructural solo en el eje y, ya que las máximas derivadas del eje x fueron menores al límite de distorsión indicado en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. Además, concluyó que la incorporación de los disipadores reduce los esfuerzos cortantes y los momentos máximos en las columnas y las placas. Finalmente, la presente tesis nos aporta la importancia de los disipadores de fluido viscoso en el análisis sísmico de la edificación existente.

## 2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

### 2.2.1 Disipadores de fluido viscoso

Arroyo comenta que, gracias al avance tecnológico, si deseamos aumentar la probabilidad de que una edificación disipe una cierta cantidad de energía sísmica, podemos implementar una cierta cantidad de disipadores de fluido viscoso a la edificación existente.

Como sabemos, las normas técnicas de diseño estructural cada día evolucionan mucho más y, a la vez, son más exigentes con los proyectistas que diseñan y construyen estructuras. Es por ello que el uso de estos dispositivos hidráulicos es una buena opción si es que deseamos reforzar estructuras que cuentan con varios años de antigüedad.

Varios estudios realizados indican que estos dispositivos hidráulicos brindan a la estructura una mejor capacidad de amortiguamiento frente a la acción de un movimiento sísmico.

Cabe mencionar que estos dispositivos hidráulicos también han brindado grandes soluciones fuera del mundo de la construcción. Haciendo una retrospectiva en su historia, se observa que varias organizaciones militares de Estados Unidos han usado estos dispositivos como armas de guerra. Además, se registra que en otros países estos dispositivos se han utilizado dentro de la ingeniería aeroespacial.

Si analizamos la forma física de un disipador de fluido viscoso, observaremos que son casi iguales a los amortiguadores viscosos colocados en los automóviles de la ciudad.

Si bien presentan una gran similitud, la diferencia recae en la manera en cómo son producidos y las diferentes cargas que soportan cada uno de ellos.

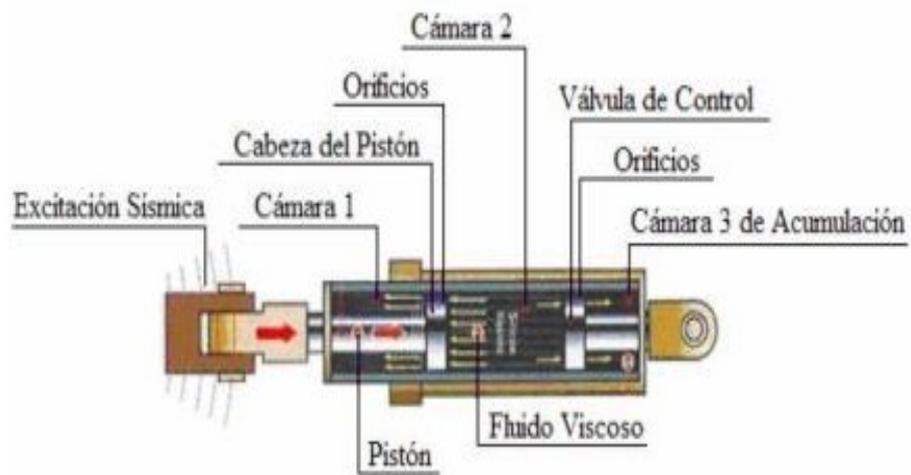


Figura N 2: Disipador sísmico Taylor  
Fuente: Taylor (2020)

Como se observa en la Figura 2, estos dispositivos están formados por diferentes accesorios que cuentan con una larga duración de vida. Pues pueden pasar más de 50 años y, difícilmente, estos accesorios se oxidarán.

Durante el diseño y la construcción de estos dispositivos, se requiere la presencia de especialistas experimentados para estos no presenten ningún tipo de error durante su funcionamiento y, a la vez, brinden seguridad a las vidas humanas.

Otras de las propiedades inherentes de estos dispositivos son la adaptabilidad y la versatilidad que nos ofrecen. Pues varios proyectistas indican que, si es que queremos hacer uso de ellos, no es necesario realizar cambios físicos a la estructura existente

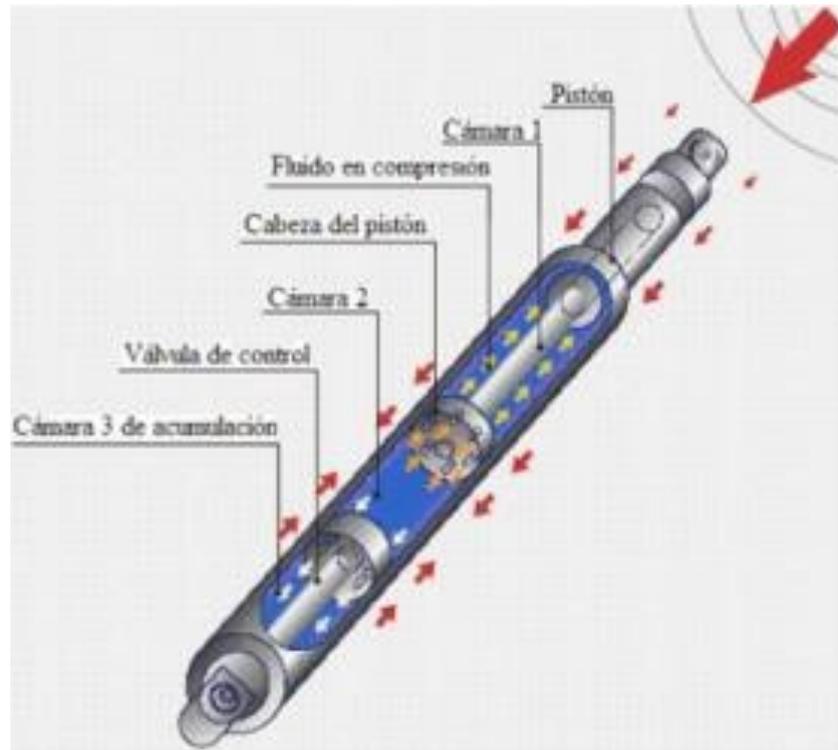


Figura N 3: Funcionalidad interna del dispositivo  
Fuente: Taylor (2020)

Como se observa en la Figura 3, este dispositivo hidráulico está compuesto por una cámara de acero endurecido que soporta cualquier prueba de fuego. Además, en la parte interna del dispositivo se cuenta con un líquido espeso de color verde que, cuando es afectado por el fuego, no se comporta de forma violenta.

En la parte superior del dispositivo hidráulico se observa la presencia de un pistón, el cual cumple una función importante durante el proceso de la disipación de energía sísmica. Por medio de este se traslada el líquido viscoso de un lugar a otro, generando así la amortiguación del dispositivo.

Finalmente, se indica que los accesorios restantes son elaborados de acero inoxidable y, a la vez, son diseñados para soportar grandes presiones.

### 2.2.2 Esquema del dispositivo

Dentro de la ingeniería estructural existen dos categorías en donde se ubican todos los instrumentos que disipan energía. La primera se le conoce como dispositivos activos, mientras que a la segunda se le conoce como dispositivos pasivos.

Los especialistas denominan a los disipadores de fluido viscoso como dispositivos pasivos que dispersan la energía sísmica externa. Pues estos

dispositivos requieren de una fuerza actuante sobre ellos para que puedan dar inicio a su funcionamiento.

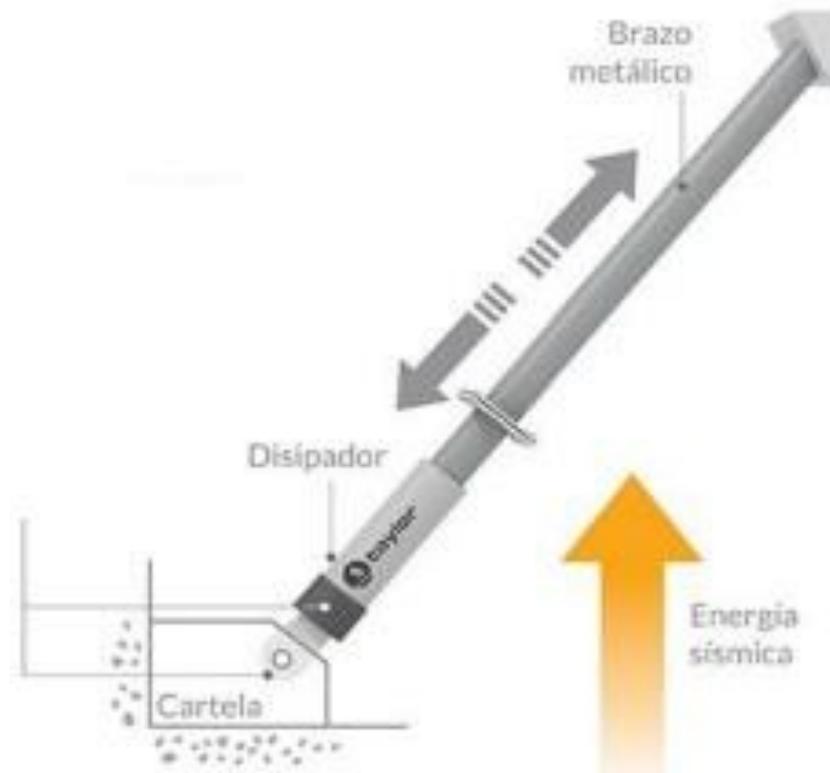


Figura N 4: Esquema del dispositivo  
Fuente: Taylor (2020)

Como se observa en la Figura 4, el disipador de fluido viscoso está ubicado en forma diagonal.

Este se encuentra colocado sobre una porción metálica en la base de la estructura y, además, está unido a un brazo metálico de sección circular.

Este brazo metálico trabaja en la misma dirección que el disipador de fluido viscoso y, además, se encuentra arriostrado a la unión entre la viga y la columna de la estructura existente.

Cuando el brazo metálico y el dispositivo hidráulico trabajan de una manera correcta, es cuando se da inicio a la disipación de la energía sísmica.

### 2.2.3 Respuesta del dispositivo

Consideremos que uno de los dispositivos hidráulicos se coloca de forma diagonal, como se muestra en la Figura 5.

Ni bien la edificación sea afectada por la acción de un movimiento sísmico, se observará la respuesta de los dispositivos mediante los resultados obtenidos en las máximas derivas de entrepiso. Además, otras magnitudes,

como las fuerzas cortantes en la base y los desplazamientos laterales de la edificación, podrán ser calculadas mediante diferentes procesos matemáticos.

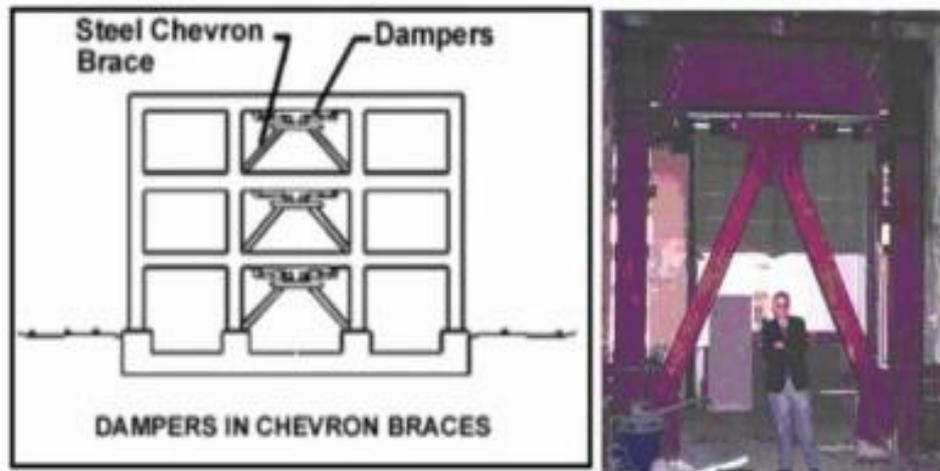


Figura N 5: Disposición Chevron  
Fuente: Hart y Wong (2000)

Entre los procesos matemáticos que se pueden calcular, se presenta la Ecuación N 1. Pues con la ayuda de la siguiente ecuación, varios especialistas han calculado las fuerzas internas de los dispositivos hidráulicos cuando estos son afectados por la acción de un movimiento sísmico.

$$f_{md} = C_{md} * \dot{X}$$

Ecuación N 1: Fuerza interna del dispositivo

Fuente: Taylor (2020)

Cabe mencionar que, si reemplazamos el valor de n por la unidad, observaremos que la fuerza interna del dispositivo es directamente proporcional a la velocidad con la que actúa.

Mientras que, si se toma un valor diferente, la fuerza interna del dispositivo depende de otro tipo de variables.

$$E_D = \int f_{md} / dx$$

Ecuación N 2: Cantidad de energía liberada

Fuente: Taylor (2020)

Caso parecido se muestra en la Ecuación N 2, en donde podemos cuantificar la cantidad de energía que libera el dispositivo hidráulico cuando este es afectado por la acción de un movimiento sísmico.

En la Figura 6 se observa la forma en cómo se comportan las magnitudes internas del dispositivo hidráulico elegido. Cabe mencionar que este comportamiento depende directamente de la forma en cómo se coloque el dispositivo hidráulico.

Como se observa en la siguiente figura, el dispositivo hidráulico presenta un comportamiento más eficiente cuando trabaja con velocidades mínimas.

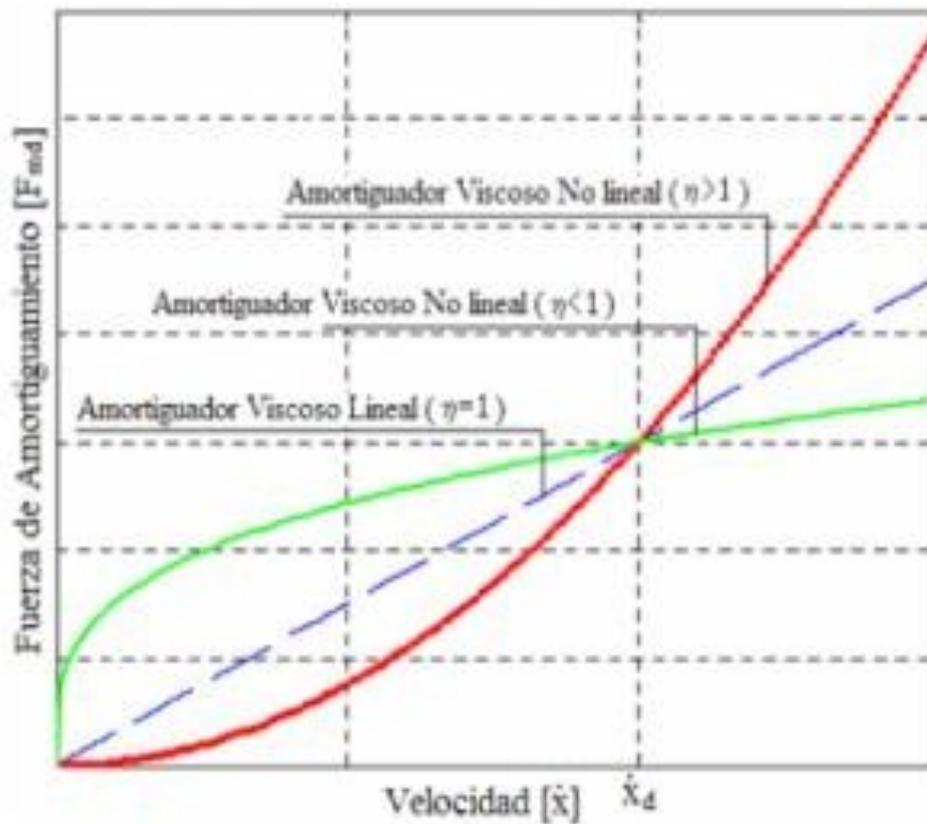


Figura N 6: Relación entre las variables  
Fuente: Cundumi (2005)

Como dato adicional, los especialistas estructurales indican que se debe considerar velocidades de 0.50 para las rigideces de los dispositivos hidráulicos.

En la Figura 7, se aprecia la relación que existe entre el desplazamiento y la velocidad del disipador de fluido viscoso.

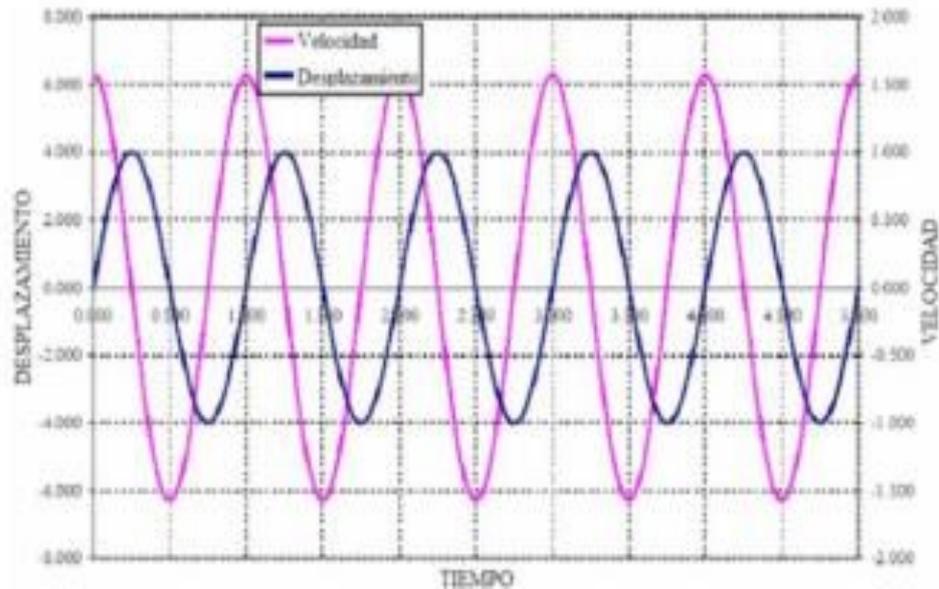


Figura N 7: Respuesta del desfase del dispositivo  
Fuente: Kelly (2001)

Como se observa en la figura anterior, por el lado derecho se aprecia la variable de velocidad, mientras que, por el lado izquierdo, se aprecia el comportamiento del desplazamiento.

Finalmente, para una mejor comprensión del comportamiento de los dispositivos hidráulicos, se presentan la Figuras 8, 9, 10 y 11.

Como se observa en las siguientes figuras, la fuerza interna del dispositivo se modifica cuando las variables “n” y “c” toman diferentes valores.

Es por ello que se concluye que la fuerza interna del dispositivo hidráulico depende de todas las variables mostradas en la Ecuación N 1.

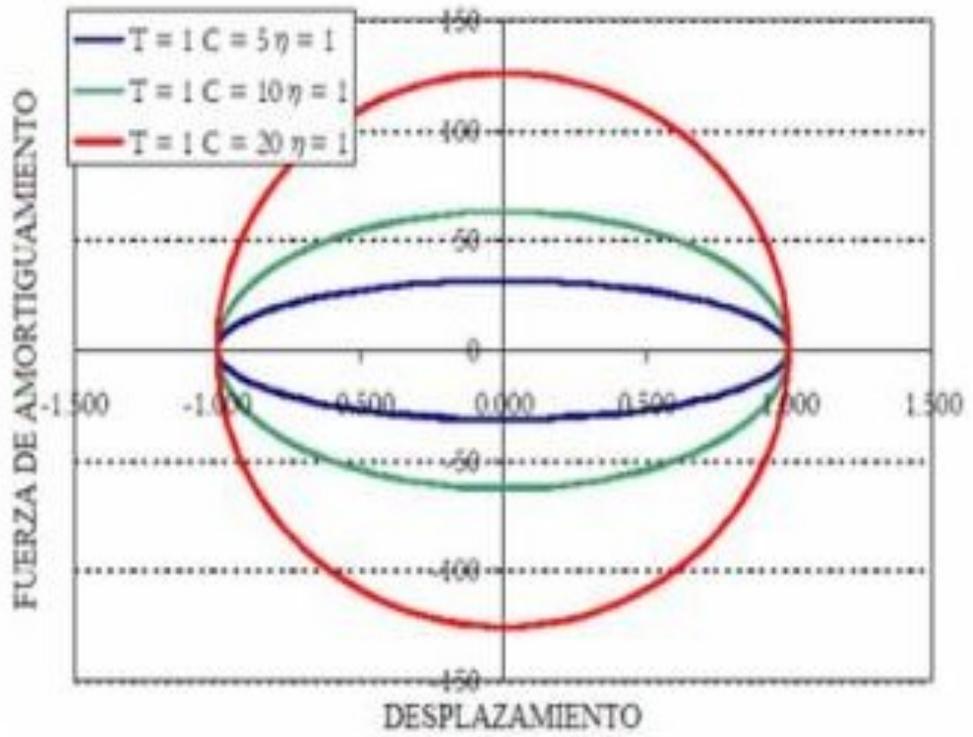


Figura N 8: Respuesta 1 del dispositivo  
Fuente: Kelly (2001)

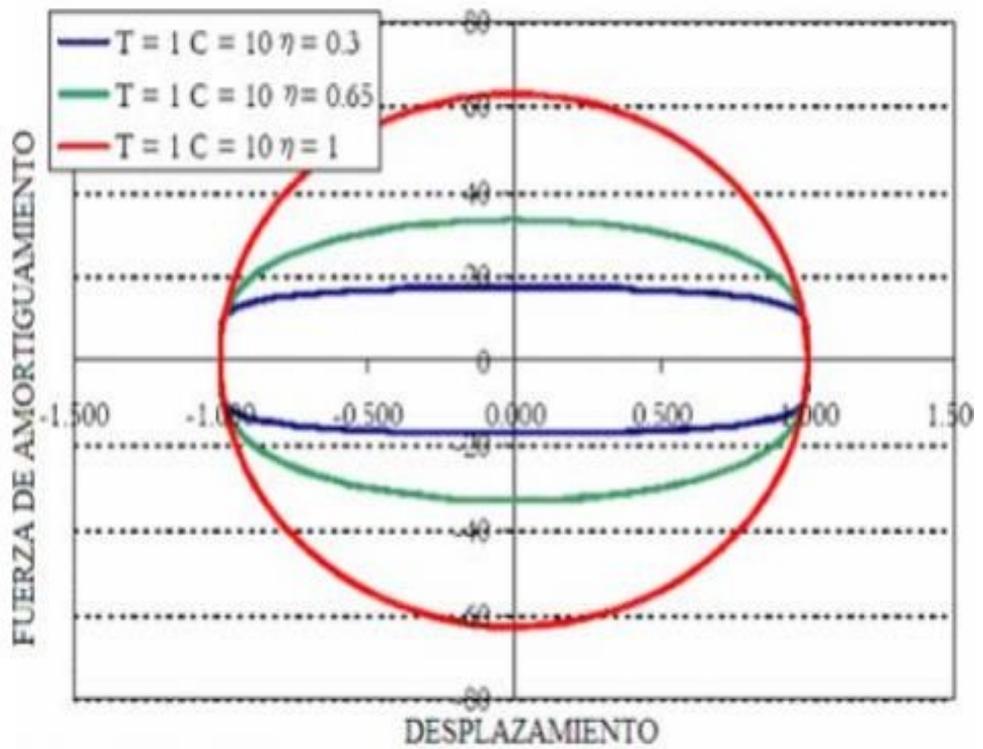


Figura N 9: Respuesta 2 de dispositivo  
Fuente: Kelly (2001)

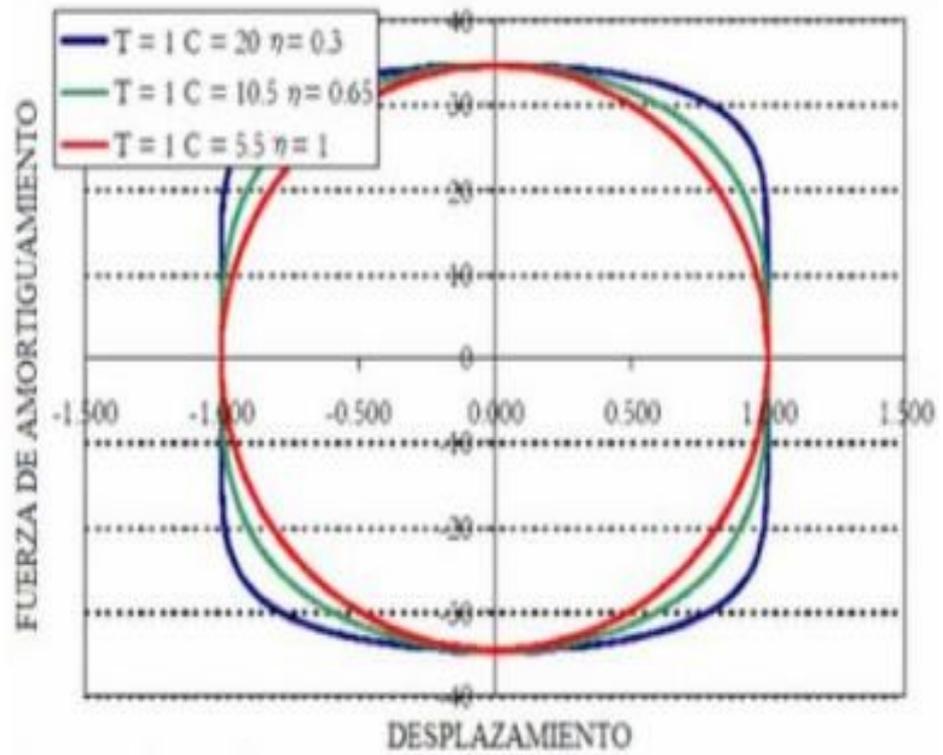


Figura N 10: Respuesta 3 del dispositivo  
Fuente: Kelly (2001)

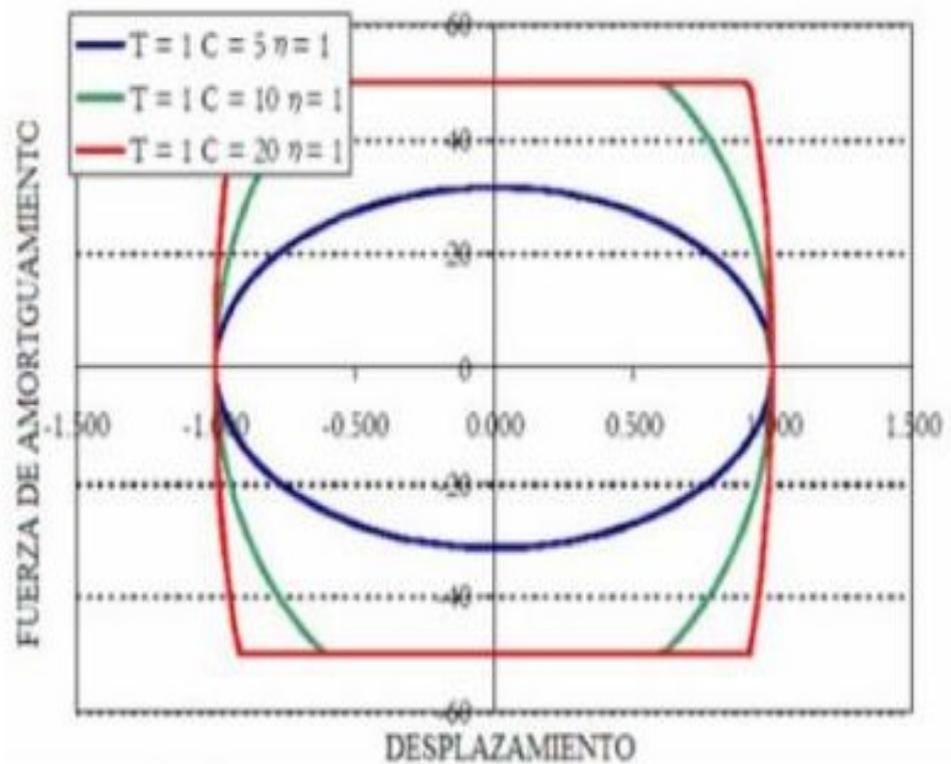


Figura N 11: Respuesta 4 del dispositivo  
Fuente: Kelly (2001)

#### 2.2.4 Propiedades de disipadores de fluido viscoso

##### a) Rigidez del brazo metálico

Para el correcto funcionamiento de un disipador de fluido viscoso, se debe contar como mínimo con un brazo metálico.

Para ello, primero se define el tipo de perfil metálico y luego la longitud de este.

Con estos valores ya definidos, se reemplaza en la ecuación N 3 para calcular la rigidez del brazo metálico del disipador de fluido viscoso.

$$K = \frac{E * A}{L} \text{ t/m}$$

Ecuación N 3: Cálculo de rigidez

Fuente: Kelly (2001)

##### b) Exponente de velocidad

La norma FEMA 274 menciona que, para cada exponente alfa, se debe asignar un valor para lambda de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 1.

Como se observa en la siguiente tabla, el parámetro de la velocidad inicia en 0.25 y finaliza en 2.00.

La norma indica que cuando la velocidad es mayor o menor a la unidad, el comportamiento del dispositivo hidráulico se da en un rango no lineal, mientras que, cuando la velocidad es igual a la unidad, el comportamiento se da en un rango lineal.

Tabla 1.  
Parámetros de velocidad

Tabla exponente $\alpha$	Valores de parámetro $\lambda$
0.25	3.70
0.50	3.50
0.75	3.30
1.00	3.10
1.25	3.00
1.50	2.90
1.75	2.80
2.00	2.70

Fuente: FEMA 274 (1997)

c) Ángulo de inclinación del dispositivo

La relación existente entre el ángulo de inclinación y el desplazamiento relativo se observa en la Figura 12.

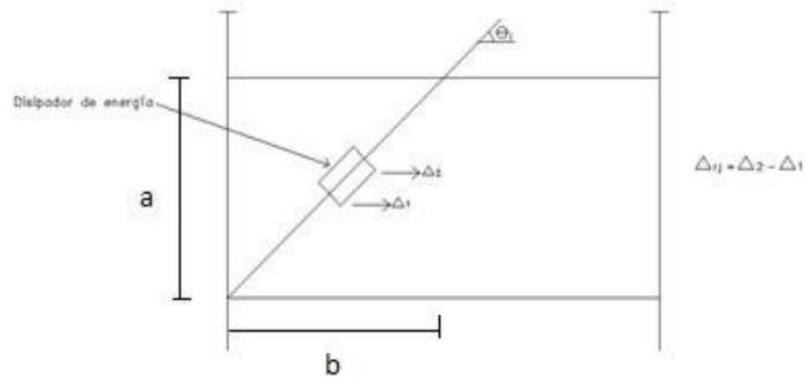


Figura N 12: Ángulo y desplazamiento relativo

Fuente: Chavez (2017)

Además, para calcular el ángulo de inclinación de los dispositivos de fluido viscoso se presenta la siguiente ecuación.

$$\theta_j = \arctan \left( \frac{a}{b} \right)$$

Ecuación N 4: Ángulo de inclinación

Fuente: Kelly (2001)

Cabe mencionar que el ángulo de inclinación depende de la cantidad de disipadores de fluido viscoso que se agreguen a la edificación existente. Pues existen casos en donde se presentan varios ángulos de inclinación durante la implementación de los disipadores de fluido viscoso.

d) Velocidad del disipador

La velocidad del disipador de fluido viscoso se calcula mediante la Ecuación N 5. Para ello, primero se determina el valor de la fuerza interna del disipador y el exponente de velocidad.

$$V = \alpha\sqrt{F/C}$$

Ecuación N 5: Velocidad del dispositivo  
Fuente: Kelly (2001)

e) Comportamiento histerético

El comportamiento histerético de un disipador de fluido viscoso se presenta mediante curvas elípticas paralelas al eje de las abscisas. Para un mejor entendimiento se muestra la Figura 13 en donde el eje x representa los desplazamientos, mientras que el eje y representa las fuerzas internas del dispositivo.

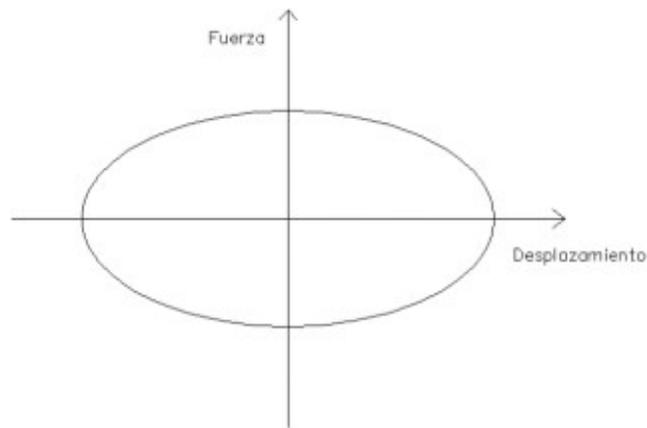


Figura N 13: Comportamiento del dispositivo  
Fuente: Chopra (2014)

Cabe mencionar que, durante este proceso analítico, se debe considerar el control de Máximo Stroke. Pues este control es esencial, ya que brinda la distorsión máxima presentada en la parte interna del dispositivo hidráulico. Además, con este valor, el responsable diseñará la cámara interna para el líquido viscoso del disipador.

f) Balance energético

Para calcular el porcentaje de la energía disipada, se toma en cuenta la Ecuación N 6.

$$\% \text{ energía disipada} = \left( \frac{\text{Energía disipada por dispositivos}}{\text{Energía de entrada del sismo severo}} \right)$$

Ecuación N 6: Porcentaje de disipación de energía  
Fuente: Chavez (2017)

Como se observa en la ecuación anterior, el porcentaje de la energía disipada depende de la cantidad de energía disipada por los dispositivos

hidráulicos y la cantidad de energía calculada cuando la edificación presenta un sismo severo.

#### 2.2.5 Ubicación y disposición de disipadores

Taylor nos comenta que, si es que se quiere disminuir las máximas derivas de entrepiso, se debe analizar la correcta ubicación de los dispositivos hidráulicos en la edificación existente.

Según las investigaciones realizadas por ingenieros civiles, varios especialistas indican que, en la actualidad, ya se cuenta con nociones básicas de los ejes en donde se pueden ubicar estos dispositivos.

De acuerdo a la información recopilada de investigaciones, se indica lo siguiente:

- a) Se recomienda que los dispositivos hidráulicos se ubiquen en los lugares donde se presentan las velocidades más altas.
- b) Se recomienda que los dispositivos hidráulicos se ubiquen en los pisos consecutivos donde se observen las máximas distorsiones de entrepiso.
- c) Se recomienda realizar varios cálculos iterativos para, luego, elegir la ubicación adecuada para los dispositivos.
- d) Se recomienda que, durante la implementación de estos dispositivos, se respete la simetría arquitectónica de las construcciones existentes.
- e) Se recomienda que los dispositivos hidráulicos se ubiquen entre las uniones de las vigas y columnas de las edificaciones.

Además, los especialistas mencionan tres maneras diferentes para la instalación de los dispositivos hidráulicos en las edificaciones.

Estas tres se explican a continuación:

- a) En la primera opción, los dispositivos hidráulicos se instalan de manera horizontal, como se observa en las Figuras 5 y 14.

Para esta opción, primero se calculan las propiedades de los dos brazos metálicos que soportan el peso del disipador de fluido viscoso.

Después, los brazos metálicos se instalan de manera diagonal, según lo mostrado en la Figura 14.

Como se observa en la Figura 14, se debe respetar la forma simétrica durante el proceso de instalación. Es decir, el primer brazo metálico se ubica de izquierda a derecha, mientras que el segundo brazo metálico se ubica de derecha a izquierda.

Cabe mencionar que, estos dos brazos metálicos se arriostran entre las uniones de vigas y columnas de la edificación existente.



Figura N 14: Primera opción de ubicación de disipadores  
Fuente: Taylor (2020)

- b) En la segunda opción, los dispositivos hidráulicos se instalan como una sola diagonal.

En este caso, el especialista responsable elige la dirección de los dispositivos hidráulicos, siendo esta de izquierda a derecha o de derecha a izquierda.

A diferencia de la primera opción, esta manera es más simple de trabajar que la anterior. Ello debido a que solo se conectan los cabezales del dispositivo hidráulico entre las uniones de las vigas superiores con las columnas inferiores de la edificación existente.

Para un mejor entendimiento, se muestra la Figura 15 en donde se observa la correcta instalación de los dispositivos hidráulicos.

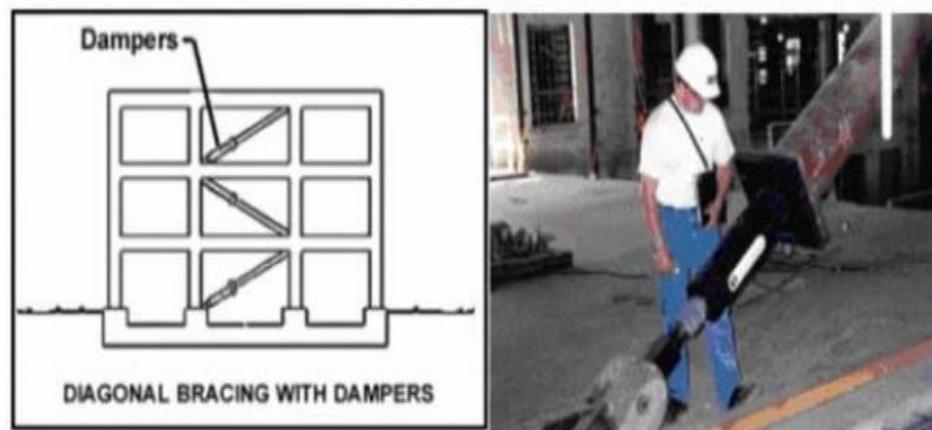


Figura N 15: Segunda opción de ubicación de disipadores  
Fuente: Taylor (2020)

- c) En la tercera opción, los dispositivos hidráulicos se instalan en el eje x de la base de la edificación existente.

Los especialistas indican que esta es una opción adecuada siempre y cuando, la edificación existente ya cuente con un sistema de amortiguamiento en las cimentaciones.

Como se observa en la Figura 16, la edificación existente ya cuenta con un sistema de amortiguamiento en la cimentación.

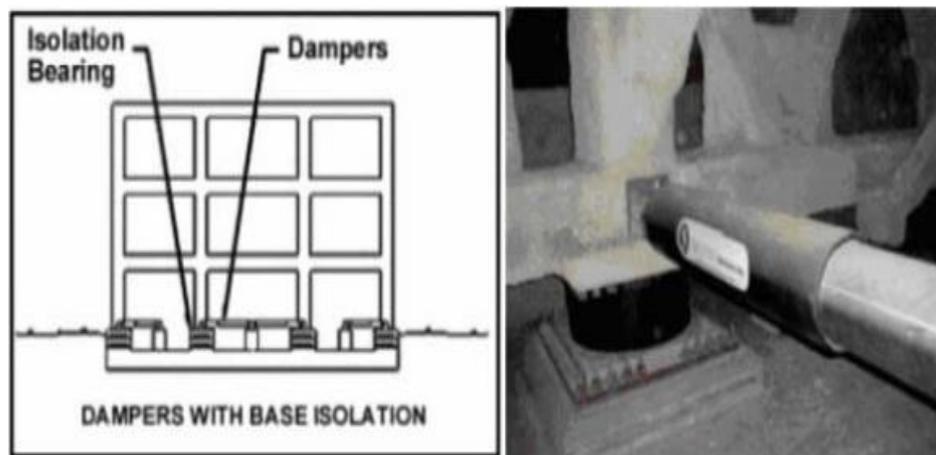


Figura N 16: Tercera opción de ubicación de disipadores  
Fuente: Taylor (2020)

#### 2.2.6 Parámetros sísmicos

Sencico (2018), indica que, para realizar el análisis sísmico a una estructura existente, se debe considerar todos parámetros sísmicos estipulados por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. También menciona que estos parámetros sísmicos se toman en cuenta durante el diseño de nuevas edificaciones y el reforzamiento estructural de una edificación existente.

##### a) Parámetros de zonificación

Luego de varios estudios realizados, los especialistas dividieron el territorio peruano en cuatro zonas de acuerdo a lo mostrado en la Figura 17.

Cabe mencionar que esta zonificación se basa en varios resultados obtenidos luego de estudiar aspectos físicos y geográficos de las regiones del Perú.



Figura N 17: Mapa sísmico según zonas del Perú  
Fuente: Sencico (2018)

Como se observa en la Figura 17, el territorio peruano está dividido por cuatro zonas según su ubicación geográfica.

A cada zona sombreada se le asigna un factor de zonificación  $Z$ , el cual es obtenido mediante la Tabla 2.

Este factor se interpreta como la máxima aceleración horizontal obtenida en un suelo rígido.

Además, este cuenta con una probabilidad del 10 % de ser excedido en cincuenta años.

Tabla 2.  
Valores según parámetros de zonificación

Tipo de zona	Valor
Zona Roja N°4	0.45
Zona Amarilla N°3	0.35
Zona Verde Oscura N°2	0.25
Zona Verde Clara N°1	0.10

Fuente: Sencico (2018)

b) Parámetros de suelo

De acuerdo a lo señalado por Sencico, se menciona que existen diferentes perfiles de suelo.

Pues, para una elección correcta del perfil de suelo, se requiere el expediente técnico de la edificación existente o, como mínimo, un estudio de mecánica de suelos realizado por algún especialista.

En la Tabla 3 se muestran todos los perfiles de suelo registrados en el territorio peruano.

Tabla 3.  
Perfiles de suelo

Tipo de perfil	Velocidad	Ensayo de penetración	Resistencia al corte
S <sub>0</sub>	Mayores a 1500	0	0
S <sub>1</sub>	Entre 500 y 1500	Mayores a 50	Mayores a 100
S <sub>2</sub>	Entre 180 y 500	Entre 15 y 50	Entre 50 y 100
S <sub>3</sub>	Menores a 8180	Menores a 15	Entre 25 y 50
S <sub>4</sub>	Según lo que indique el estudio de mecánica de suelos		

Fuente: Sencico (2018)

c) Parámetros de sitio

Sencico nos indica que, para la correcta elección del parámetro de sitio, primero se debe definir el perfil de suelo y la zonificación en donde se encuentre la edificación existente.

Luego de obtener los parámetros de suelo y de zonificación, se elige el parámetro de sitio mediante la información mostrada en la Tabla 4.

Tabla 4.  
Factor "S" para suelos

Tipo de zona	Suelo de roca dura	Suelo rígido	Suelo intermedio	Suelo blando
Zona N°4	0.80	1.00	1.05	1.10
Zona N°3	0.80	1.00	1.15	1.20
Zona N°2	0.80	1.00	1.20	1.40
Zona N°1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Sencico (2018)

Luego de definir el parámetro de sitio, se eligen los valores de  $T_p$  y  $T_l$  de acuerdo a lo observado en la Tabla 5.

Cabe mencionar que, para la siguiente elección, se considera el perfil de suelo elegido para la edificación existente.

Tabla 5.  
Tipos de periodos

Periodo	Suelo de roca dura	Suelo rígido	Suelo intermedio	Suelo blando
$T_p$	0.30	0.40	0.60	1.00
$T_l$	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Sencico (2018)

Finalmente, el factor de amplificación sísmica se selecciona de acuerdo a la información mostrada en la Tabla 6.

Cabe mencionar que, para seleccionar el factor de amplificación, primero se calcula el periodo fundamental de vibración de la edificación.

El cálculo del periodo fundamental de vibración se define mediante la Ecuación N 9.

Tabla 6.  
Factor de amplificación sísmica

Condición	C
$T < T_p$	2.50
$T_p < T < T_l$	$2.50 * T_p / T$
$T > T_l$	$2.50 * T_p * T_l / (T * T)$

Fuente: Sencico (2018)

d) Parámetros de uso

De acuerdo a lo indicado por Sencico, se conoce que todas las edificaciones existentes se agrupan en diferentes categorías según el uso que estas tengan.

Como se observa en la Tabla 7, existen edificaciones esenciales debido al uso que estas presentan, como también existen edificaciones comunes en las cuales se encuentran las viviendas unifamiliares.

Para el caso de las edificaciones nuevas, Sencico indica que estas deben respetar las categorías indicadas en la Tabla 7.

Tabla 7.

Categoría de edificaciones

Nombre	Nomenclatura	Parámetro U
Edificaciones esenciales	A	1.50
Edificaciones importantes	B	1.30
Edificaciones comunes	C	1.00
Edificaciones temporales	D	A criterio de proyectista

Fuente: Sencico (2018)

Cabe mencionar que para cada categoría se le asigna un parámetro de uso de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 7.

e) Categoría y sistemas estructurales

Sencico (2018), indica que, durante el diseño estructural de una edificación nueva o existente, el proyectista elige el sistema estructural más adecuado de acuerdo a la zona sísmica en donde la edificación se construya.

Para ello, los proyectistas utilizan la Tabla 8, en donde se observan los tipos de sistemas estructurales permitidos en el territorio peruano.

Cabe mencionar que el uso de la edificación cumple un rol muy importante durante la elección del sistema estructural.

No obstante, algunos especialistas indican que, en muchos casos, las edificaciones del Perú cuentan con dos sistemas estructurales diferentes para cada eje o dirección.

Tabla 8.

Sistemas estructurales

Aislamiento sísmico	Acero	Concreto Armado	Albañilería	Madera	Zona Sísmica	Edificación
x					3 y 4	Públicas
	x	x	x		1 y 2	
	x	x	x		2, 3 y 4	Esenciales
x	x	x	x		1	
	x	x	x		2, 3 y 4	Importantes
				x	1	
x	x	x	x	x	1, 2, 3 y 4	Comunes

Fuente: Sencico (2018)

Otro punto importante que indica Sencico, es que todas las edificaciones deben cumplir con las restricciones indicadas en la Tabla 9.

Tabla 9.  
Irregularidades en edificaciones

Restricción inicial	Restricción extrema	Zona sísmica	Categoría de edificación
No	No	2, 3 y 4	Edificaciones esenciales
Sí	No	1	Edificaciones importantes
Sí	No	2, 3 y 4	Edificaciones importantes
Sí	Sí	1	Edificaciones importantes
Sí	No	3 y 4	Edificaciones comunes
Sí	No	2	Edificaciones comunes
Sí	Sí	1	Edificaciones comunes

Fuente: Sencico (2018)

Como se observa en la Tabla 9, de acuerdo a la categoría de la edificación y la zona sísmica en donde esta se ubique, el proyectista debe respetar la presencia de irregularidades en la estructura.

f) Parámetros de reducción

En el Perú, todas las edificaciones cuentan con diferentes sistemas estructurales de acuerdo a su ubicación geográfica.

En la Costa, muchas de estas cuentan con sistemas estructurales de concreto armado o albañilería confinada. Caso contrario se observa en la Selva, en donde la mayoría de las edificaciones cuentan con sistemas estructurales de madera.

Teniendo en claro lo antes mencionado, Sencico nos indica que, para cada sistema estructural se considera un coeficiente básico de reducción. Cabe mencionar que este coeficiente básico de reducción tiene un rol muy importante durante la ejecución del análisis sísmico de la edificación.

Para ello, en la Tabla 10, se muestran los coeficientes básicos de reducción en función al sistema estructural de cada edificación.

Tabla 10.  
Coeficiente básico de reducción

Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción
Acero	
Pórticos (SMF)	8
Pórticos (IMF)	5
Pórticos (OMF)	4
Pórticos (SCBF)	7
Pórticos (OCBF)	4
Pórticos (EBF)	8
Concreto armado	
Pórticos	8
Dual	7
Muros estructurales	6
Ductilidad limitada	4
Albañilería confinada	3
Madera	7

Fuente: Sencico (2018)

g) Parámetros de irregularidad

Según Sencico (2018), todas las edificaciones del territorio peruano presentan dos comportamientos estructurales.

El primer comportamiento estructural es de forma regular, mientras que el segundo es de forma irregular.

A este último se le conoce así, ya que en él se presentan las irregularidades estructurales indicadas por Sencico.

Entre las irregularidades estructurales se encuentran las irregularidades en piso y las irregularidades en altura.

Todas estas se observan en las Tablas 11 y 12.

Tabla 11.  
Irregularidades en piso

Irregularidades de edificaciones $I_p$	
Tipos	Valores
Irregularidad máxima por torsión	0.60
Ausencia de continuidad en el diafragma de la estructura	0.85
Irregularidad por elementos estructurales no paralelos	0.90
Irregularidad por torsión	0.75
Irregularidad en las esquinas de la estructura	0.90

Fuente: Sencico (2018)

Cabe mencionar que las irregularidades mostradas en las Tablas 11 y 14 se calculan mediante los resultados obtenidos de los análisis sísmicos a las estructuras.

Tabla 12.  
Irregularidades en planta

Irregularidades de edificaciones $I_a$	
Tipos	Valores
Irregularidad por resistencia	0.75
Irregularidad máxima por discontinuidad	0.60
Irregularidad por geometría	0.90
Irregularidad por rigidez	0.75
Irregularidad por masas	0.90
Irregularidad por discontinuidad	0.80
Irregularidad extrema por resistencia	0.50
Irregularidad máxima por rigidez	0.50

Fuente: Sencico (2018)

h) Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se calcula mediante la Ecuación N 7.

Para ello, primero se determinan los factores de irregularidad en planta y en altura.

Luego, se recopila el coeficiente básico de reducción de la edificación.

Finalmente, estos valores se reemplazan en la siguiente ecuación.

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Ecuación N 7: Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

Fuente: Sencico (2018)

i) Peso sísmico

Según lo indicado por Sencico, todas las edificaciones cuentan con diferentes tipos de cargas en función a la utilidad de estas.

Dentro de este tipo de cargas se encuentran las cargas permanentes, gravitatorias, vigas, muertas, de viento, etc.

Es por ello que, para estimar el peso sísmico de la estructura, primero se aumenta una porción a la carga viva de acorde a lo mostrado en la Tabla 13.

Tabla 13.  
Cálculo del peso sísmico

Categoría de edificación	Aumento de carga
A y B	50 por ciento de la carga viva
C	25 por ciento de la carga viva
Depósitos	80 por ciento de la carga viva
Azoteas	25 por ciento de la carga viva
Tanques grandes y pequeños	100 por ciento del peso total

Fuente: Sencico (2018)

Como se observa en la Tabla 13, la estimación del peso sísmico depende del tipo de categoría de la edificación analizada.

j) Fuerza cortante en la base

La fuerza cortante en la base se calcula mediante la Ecuación N 8.

En esta, se reemplazan todos los parámetros sísmicos elegidos en los ítems anteriores.

$$V = Z * U * C * S * P / R$$

Ecuación N 8: Fuerza cortante de la base

Fuente: Sencico (2018)

Cabe mencionar que todas las edificaciones cuentan con dos fuerzas cortantes en la base.

k) Periodo fundamental de vibración

El periodo fundamental de vibración se calcula mediante la Ecuación N 9.

Para ello, primero se calcula la altura total de la edificación y luego, se estima el coeficiente  $C_t$  de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 14.

$$T = H_n / C_t$$

Ecuación N 9: Periodo fundamental de vibración

Fuente: Sencico (2018)

Según lo observado en la Tabla 14, el coeficiente para estimar el periodo fundamental depende directamente del sistema estructural de la edificación.

Tabla 14.  
Estimación del periodo fundamental

Ct	Tipos de construcciones
35	Construcciones con pórticos de concreto armado
	Construcciones con pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos sin arrojamiento
45	Construcciones con pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras
	Construcciones con pórticos de acero arriostrados
60	Construcciones de albañilería
	Construcciones de concreto armado dual
	Construcciones de muros estructurales
	Construcciones de muros de ductilidad limitada

Fuente: Sencico (2018)

### 2.3 Definición de términos básicos

- a) Acelerógrafos: Instrumentos sismográficos que dibujan todas las aceleraciones registradas en un área estudiada.
- b) Deriva: Se entiende como el movimiento horizontal analizado entre un nivel superior y un nivel inferior de una construcción.
- c) Desempeño Esperado: Se le conoce así al comportamiento de los elementos estructurales y no estructurales de una edificación frente a la acción de un movimiento sísmico.
- d) Espectro de Respuesta: Representación gráfica construida a partir de acelerogramas representativos y del perfil de suelo de la edificación.
- e) Etabs: Es un programa innovador y revolucionario que realiza análisis estructurales y modelamientos de edificaciones.
- f) Riesgo Sísmico: Daño proyectado en un área determinada debido a la presencia de un movimiento interno en la tierra.
- g) Vulnerabilidad: Rasgo inherente de los elementos estructurales y no estructurales de una edificación.

## CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

### 3.1 Hipótesis

#### 3.1.1 Hipótesis principal

El Pabellón A del Centro Educativo Salamanca presenta un óptimo comportamiento estructural frente a las demandas sísmicas debido a la implementación de disipadores de fluido viscoso.

#### 3.1.2 Hipótesis secundarias

- a) El Pabellón A del Centro Educativo Salamanca cumplirá con los requisitos mínimos solicitados por la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- b) El Pabellón A del Centro Educativo Salamanca recibirá el 20 % de la energía sísmica total debido a la implementación de disipadores de fluido viscoso.
- c) Las derivas del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca se reducirán hasta en un 50 % y son menores al límite máximo permitido según la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

### 3.2 Variables

#### 3.2.1 Definición conceptual de las variables

##### a) Variables independientes

Pino (2010), define a la variable independiente como aquel término que puede ser modificado a criterio del responsable con el objetivo de verificar si los cambios generan algún impacto en las otras variables existentes.

La variable independiente de nuestra investigación es “Disipadores de Fluido Viscoso”.

##### b) Variables dependientes

Kerlinger y Lee (2002), definen a la variable dependiente como aquel término que llega a sufrir alguna variación cuando el responsable del ensayo toma la decisión de alterar una o varias variables independientes. La variable dependiente de nuestra investigación es “Reforzamiento sismorresistente”.

#### 3.2.2 Operacionalización de las variables

Según Hernández R., Fernández, C., Baptista, P. (2014), la operacionalización de las variables es un proceso metodológico en donde se descomponen deductivamente las variables que forman el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; es decir, que estas variables se dividen en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices e ítems.

De acorde a lo mostrado en la Tabla 15, se identifica la operacionalización de las variables.

Tabla 15.

Matriz operacional de variables

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicadores	Medición
Independiente	Disipadores de fluido viscoso	Parámetros de diseño	Masa	
			Rigidez	Software Etabs
Dependiente	Reforzamiento sismorresistente	Análisis estático	Amortiguamiento	
			Desplazamientos laterales	Norma E.030 2018
			Distorsiones de entrepiso	Norma E.030 2018
		Análisis tiempo - historia	Cortante basal	Software Etabs

Fuente: Elaboración propia (2022)

## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1 Tipo y nivel

#### 4.1.1 Tipo de investigación

Según Stanovich (2007), la investigación aplicada busca predecir el comportamiento específico.

Según Hernández, et al. (2014), describen al enfoque cuantitativo como aquel que se encarga de juntar toda la información necesaria para mostrar que la hipótesis si es factible y, además, fijar patrones de comportamiento.

La siguiente investigación fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo.

#### 4.1.2 Nivel de investigación

Según Esteban (2018), el nivel descriptivo se refiere cuando el estudio se basa en describir situaciones y eventos.

La presente tesis tuvo un nivel descriptivo.

### 4.2 Diseño de investigación

Según Hernández, et al. (2014), definen a la investigación no experimental como aquella que está constituida por varias indagaciones en donde no intervienen las variables dependientes e independientes de la investigación.

Además, indican que los diseños de investigación transversales recolectan datos en un solo momento.

La siguiente tesis fue no experimental con un diseño transversal.

### 4.3 Población y muestra

#### 4.3.1 Población

Según Arias (2006), la población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de investigación.

La población para esta investigación fueron los Centros Educativos en Villa María del Triunfo.

#### 4.3.2 Muestra

Según Tamayo (2003), define a la muestra como la agrupación de todas las operaciones que realizan los investigadores para analizar la distribución de los caracteres que compromete a un grupo de personas.

La muestra de la investigación fue el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca, ubicado en el distrito de Villa María del Triunfo, provincia y departamento de Lima.

Esta institución educativa cuenta con un área de terreno de 2,580.00 m<sup>2</sup>. Además, cuenta con dos niveles y dos sistemas estructurales en cada dirección. En el primer nivel se encuentran con ambientes para el uso de aulas, multimedia, dirección, secretaría, psicología y patios para inicial y primaria. Caso parecido se presenta en el segundo nivel en donde se encuentran con ambientes para uso de aulas, multimedia, talleres de música, cámaras de seguridad, talleres de impresiones, sala de profesores y auditorios.

#### 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

##### 4.4.1 Técnicas

Para la recolección de los datos necesarios, se utiliza la técnica de observación directa. Respecto a la obtención de la información de esta investigación, se obtuvo por medio del expediente técnico del Centro Educativo Salamanca.

##### 4.4.2 Instrumentos

Los principales instrumentos utilizados para la presente investigación son:

- a) Artículos
- b) Tesis
- c) Expediente técnico
- d) Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente
- e) Norma Técnica Peruana E.031 aislamiento sísmico
- f) Revista Costos
- g) Software Etabs v 2016
- h) Software SeismoMatch
- i) Software AutoCAD 2020

#### 4.5 Criterio de validez y confiabilidad de instrumentos

En la actualidad la confiabilidad en cuanto al análisis, cálculos y modelamientos realizados con programas de la rama de ingeniería han evolucionado abismalmente, pues, cada año se va perfeccionando y entre ellos se encuentran los programas Etabs, SeismoMatch y AutoCAD los cuales han resultado eficaces para el análisis sísmico de las estructuras existentes.

#### 4.6 Procedimientos para la recolección de datos

### MODELAMIENTO DE LA EDIFICACIÓN

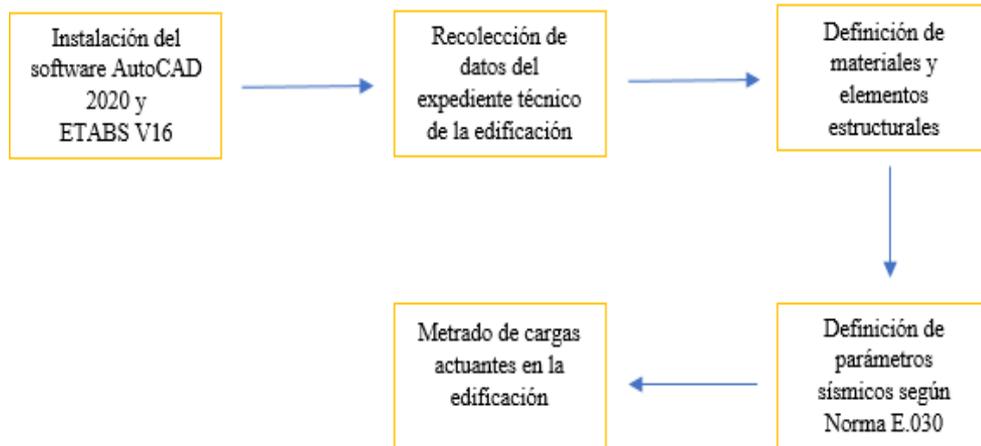


Figura N 18: Procedimiento 1 para el modelamiento del centro educativo  
Fuente: Elaboración propia (2022)

### ANÁLISIS SÍSMICO DE LA EDIFICACIÓN

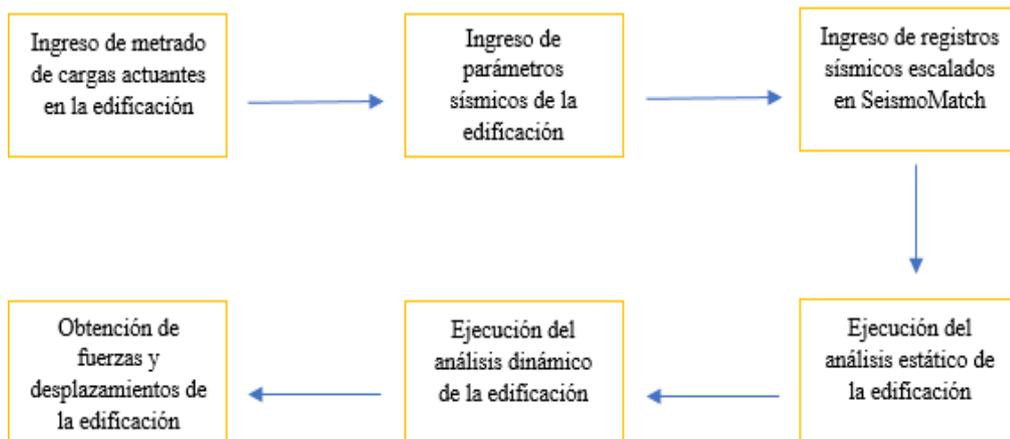
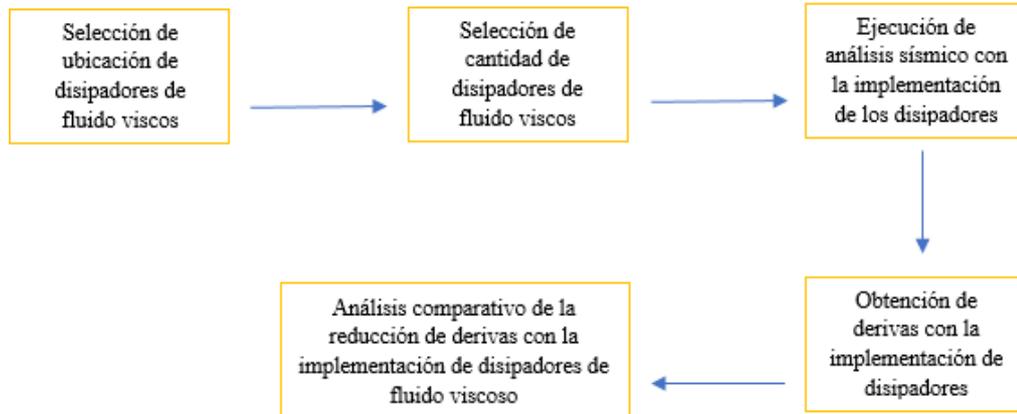


Figura N 19: Procedimiento 2 para el análisis sísmico  
Fuente: Elaboración propia (2022)

**IMPLEMENTACIÓN DE DISIPADORES**  
**DE FLUIDO VISCOSO**



*Figura N 20:* Procedimiento 3 para la implementación de disipadores

Fuente: Elaboración propia (2022)

#### 4.7 Técnicas para el procesamiento y análisis de información

Para el presente plan de investigación se tuvo a la matriz de operacionalización de las variables como técnicas de análisis y procesamiento de información.

Esta matriz se visualiza en la Tabla 15.

# CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

## 5.1 Presentación de resultados

### 5.1.1 Presentación de planos

Para modelar la edificación existente, primero se recopilaron los planos arquitectónicos y estructurales del Centro Educativo Salamanca.

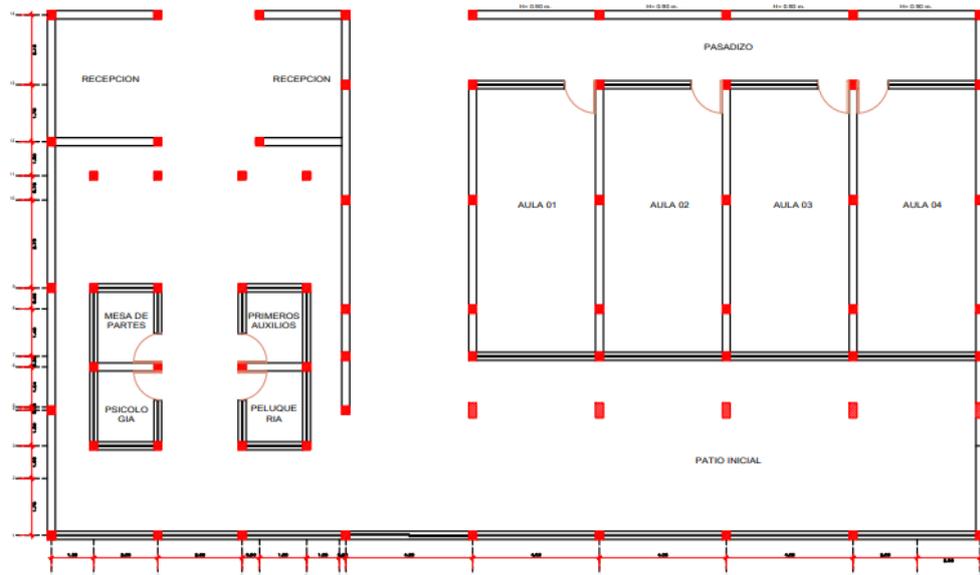


Figura N 21: Plano de arquitectura del primer piso  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Según lo mostrado en la Figura 21, el primer nivel contó con cuatro aulas, un patio de recreación, áreas para recepción, entre otras.

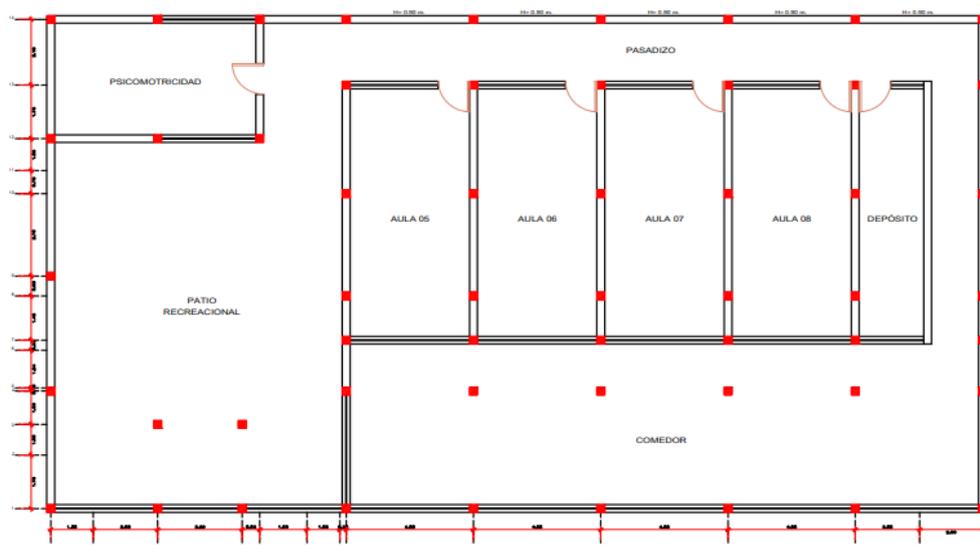


Figura N 22: Plano de arquitectura del segundo piso  
Fuente: Elaboración propia (2022)



Como se observa en las Figuras 23 y 24, la edificación cuenta con dos tipos de columnas y tres tipos de vigas estructurales. Además, los muros portantes de albañilería confinada predominan en la dirección y de la edificación existente.

### 5.1.2 Definición de materiales

La presente edificación contó con un sistema estructural diferente en cada dirección analizada.

En la dirección x, el sistema estructural fue de pórticos de concreto armado.

Caso contrario se observó en la dirección y, en donde el sistema estructural fue de muros de albañilería confinada.

En la Tabla 16 se presentan los materiales utilizados en el modelamiento estructural de la edificación existente.

Tabla 16.  
Materiales de construcción

Material	Valor	Unidad
Concreto	210.00	kg/cm <sup>2</sup>
Acero	4200.00	kg/cm <sup>2</sup>
Ladrillos	65.00	kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 16, el concreto y el acero fueron los materiales predominantes en la dirección x mientras que el ladrillo de arcilla fue el material predominante en la dirección y de la edificación.

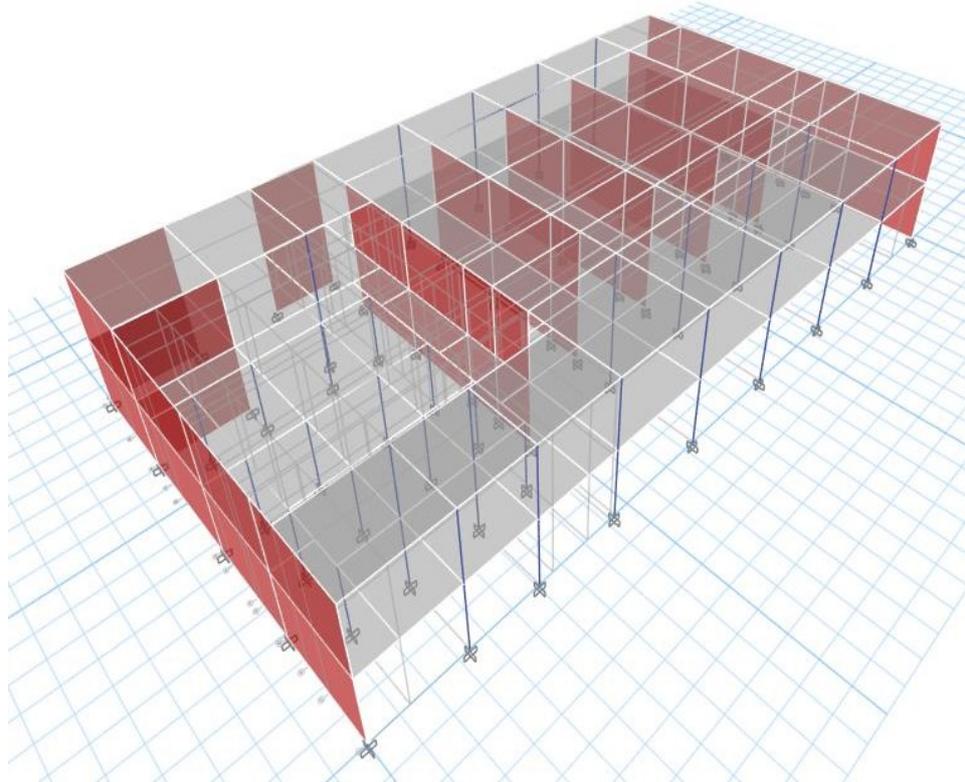
### 5.1.3 Modelamiento del centro educativo

Luego de revisar y analizar los planos arquitectónicos y estructurales de la edificación existente, se modeló el Pabellón A del centro educativo mediante el programa Etabs.

Para ello, primero se definieron las unidades de medida. Después, se crearon todos los materiales de construcción indicados en la Tabla 16.

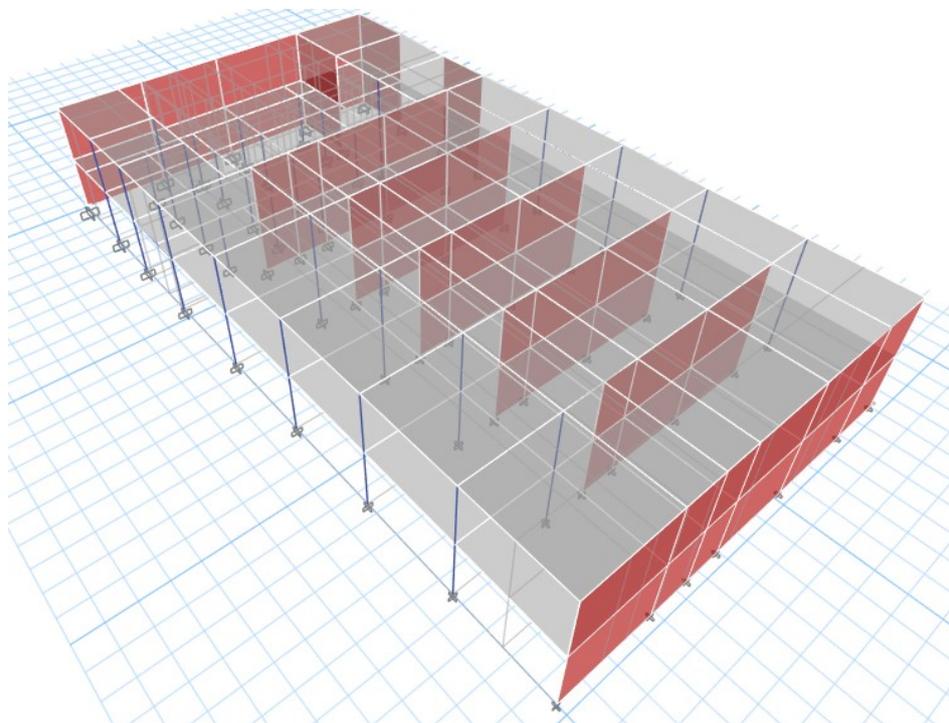
Luego, se definieron las dimensiones de los elementos estructurales y no estructurales de la edificación. Entre estos se encontraron vigas, columnas, muros, losas aligeradas, entre otras.

Finalmente, los elementos estructurales y no estructurales se dibujaron según lo mostrado en las Figuras 25 y 26.



*Figura N 25: Vista 1 del centro educativo*  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Según lo observado en las Figuras 25 y 26, el Pabellón A contó con dos pisos.  
La altura de entrepiso de cada piso fue de 2.70 metros de altura.



*Figura N 26: Vista 2 del centro educativo*  
Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 27 se definieron los tipos de vigas y columnas utilizados para el modelamiento del Pabellón A.

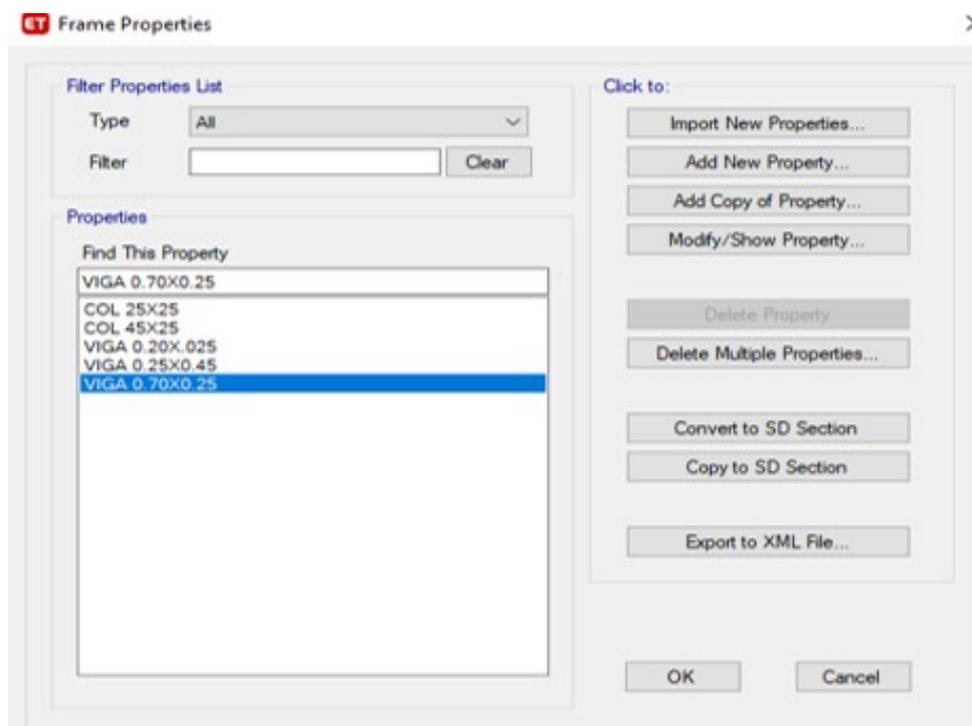


Figura N 27: Creación de secciones  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 27, se cuentan con dos tipos de columnas y tres tipos de vigas de concreto armado.

#### 5.1.4 Definición de cargas

Según lo indicado por Sencico, El Centro Educativo Salamanca es considerado una institución educativa.

Considerando esta información, se usó la norma técnica E.020 para seleccionar las cargas vivas y muertas indicadas a continuación.

Tabla 17.  
Cargas vivas de edificación

Tipo de carga	Valor	Unidad
Aulas	300.00	kg/m <sup>2</sup>
Pasadizos	400.00	kg/m <sup>2</sup>
Azotea	100.00	kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 17, se asignaron tres cargas vivas de acuerdo al uso de los ambientes.

Para las aulas se asignaron cargas de 300 kg/m<sup>2</sup>. Después, para los pasadizos se asignaron cargas de 400 kg/m<sup>2</sup>.

Finalmente, para la azotea del último nivel se asignó una carga de 100 kg/m<sup>2</sup>.

Según lo indicado por la norma técnica E.020, se seleccionaron las cargas muertas mostradas en la Tabla 18.

Tabla 18.

Cargas muertas de edificación

Tipo de carga	Valor	Unidad
Tabiquería	270.00	kg/m <sup>2</sup>
Acabados	130.00	kg/m <sup>2</sup>
Ladrillos	90.00	kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 18, se asignaron tres cargas muertas.

Luego de definir las cargas vivas y muertas del Pabellón A, estas fueron ingresadas al programa Etabs de acuerdo a lo mostrado en la Figura 28.

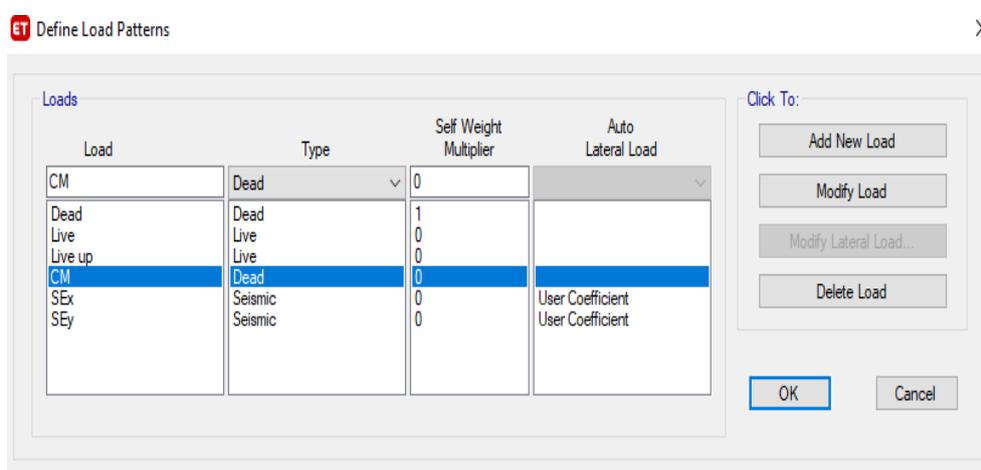


Figura N 28: Cargas muertas

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 28, se ingresaron seis cargas al programa Etabs.

Para las cargas muertas se ingresaron las cargas Dead y CM, mientras que para las cargas vivas se ingresaron las cargas Live y Live up.

En la última parte se observan dos cargas sísmicas SEx y SEy.

Estas dos se utilizaron para realizar el análisis dinámico a la estructura existente.

#### 5.1.5 Definición de parámetros sísmicos

Para realizar los análisis estáticos y dinámicos a la edificación, primero se recopilieron los parámetros sísmicos indicados por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Estos parámetros sísmicos se muestran a continuación.

##### a) Parámetro de zonificación

Debido a que el Centro Educativo Salamanca se ubica en el distrito de Villa María del Triunfo, la Norma Técnica E.030 indica que la edificación forma parte de la zona sísmica N 4.

Es por ello que al Centro Educativo Salamanca se le asignó el siguiente factor de zona.

$$Z = 0.45$$

b) Parámetro de uso

Debido a que el Centro Educativo Salamanca es una institución educativa, la Norma Técnica E.030 agrupa a estas en la categoría de edificaciones esenciales.

Cabe mencionar que estas estructuras deben funcionar como refugios luego de un desastre natural.

Es por ello que al Centro Educativo Salamanca se le asignó el siguiente factor de uso.

$$U=1.50$$

c) Parámetro de suelo

De acuerdo a las condiciones geotécnicas del Centro Educativo Salamanca, el suelo de la edificación pertenece a un suelo tipo S3. Este perfil de suelo engloba a todos los suelos flexibles del territorio peruano.

Es por ello que al Centro Educativo Salamanca se le asignó el siguiente factor de suelo.

$$S3=1.10$$

Según lo indicado por la Norma Técnica E.030, el suelo tipo S3 cuenta con un  $T_p$  de 1.00 s. y un  $T_1$  de 1.60 s.

d) Periodo fundamental de vibración

Para el cálculo del periodo fundamental de vibración, se usó la Ecuación N 9 y la Tabla 14.

Cabe mencionar que el Centro Educativo Salamanca presentó un sistema estructural diferente para cada dirección.

Tabla 19.  
Periodos fundamentales

Dirección	H(m)	$C_t$	T(s)
$T_x$	5.40	35.00	0.15
$T_y$	5.40	60.00	0.09

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 19, el periodo fundamental en el eje x fue 0.15 segundos, mientras que el de la dirección y fue 0.09 segundos.

e) Coeficiente de amplificación sísmica

Para calcular el coeficiente de amplificación sísmica se utilizaron los valores indicados en la Tabla 6.

Para ello, primero se recopilaron los periodos fundamentales de vibración y los coeficientes  $T_p$  y  $T_1$ .

Finalmente, se obtuvo el siguiente coeficiente de amplificación sísmica para la edificación existente.

$$C=2.50$$

f) Coeficiente básico de reducción sísmica

Los coeficientes básicos de reducción sísmica se definieron de acuerdo a lo indicado por la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Para ello, primero se eligieron los sistemas estructurales predominantes en cada dirección de la edificación.

El sistema estructural considerado en la dirección x fue de pórticos de concreto armado, mientras que, en la dirección y, fue de muros de albañilería confinada.

Finalmente, los coeficientes básicos de reducción se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20.

Coeficientes básicos de reducción

Dirección	$R_o$
Eje x	8.00
Eje y	3.00

Fuente: Elaboración propia (2022)

### 5.1.6 Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes

Luego de finalizar el modelamiento y definir los parámetros sísmicos, se realizó el análisis sísmico del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Para ello, se utilizaron los valores mostrados en la Tabla 21.

Tabla 21.  
Resumen de parámetros sísmicos

Parámetro	Eje x	Eje y
Z	0.45	0.45
U	1.50	1.50
C	2.50	2.50
S	1.10	1.10
T <sub>p</sub>	1.00	1.00
T <sub>1</sub>	1.60	1.60
R <sub>o</sub>	8.00	3.00

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según lo mostrado en la Tabla 21, los parámetros sísmicos fueron iguales en las dos direcciones, a excepción del parámetro R<sub>o</sub>.

### 5.1.7 Irregularidades estructurales en altura

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis estático, se analizaron las siguientes irregularidades estructurales.

#### a) Irregularidad de rigidez – piso blando

Mediante los datos mostrados en las Tablas 22 y 23, se analizó si el Pabellón A del centro educativo presentó la irregularidad de rigidez.

Tabla 22.  
Rigideces laterales en x

Piso	K <sub>i</sub>	0.7*K <sub>i+1</sub>	Condición
Piso 2	0.252	-	Regular
Piso 1	0.619	0.177	Regular

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 22, en la dirección x, no se presentó la irregularidad de rigidez.

Ello debido a que las rigideces laterales de los entrepisos fueron mayores al 70 % de las rigideces laterales de los entrepisos superiores.

Tabla 23.  
Rigideces laterales en y

Piso	K <sub>i</sub>	0.7*K <sub>i+1</sub>	Condición
Piso 2	0.061	-	Regular
Piso 1	0.352	0.042	Regular

Fuente: Elaboración propia (2022)

Lo mismo se observa en la Tabla 23, donde tampoco se presentó la irregularidad de rigidez en la dirección y. Pues todas las rigideces laterales de los entrepisos fueron menores al 70 % de las rigideces laterales de los entrepisos superiores.

Cabe mencionar que, al no presentarse la irregularidad de rigidez, tampoco se presentó la irregularidad de rigidez extrema en el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

b) Irregularidad de resistencia – piso débil

Mediante los datos mostrados en las Tablas 24 y 25, se analizó si el Pabellón A del centro educativo presentó la irregularidad de resistencia.

Tabla 24.

Fuerzas cortantes en x

Piso	$V_i$ (ton)	$0.80*V_{i+1}$ (ton)	Condición
Piso 2	129.79	-	Regular
Piso 1	276.89	103.84	Regular

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 24, en la dirección x, no se presentó la irregularidad de resistencia.

Ello debido a que las fuerzas cortantes en los entrepisos fueron mayores al 80 % de las fuerzas cortantes en los entrepisos superiores.

Tabla 25.

Fuerzas cortantes en y

Piso	$V_i$ (ton)	$0.80*V_{i+1}$ (ton)	Condición
Piso 2	223.17	-	Regular
Piso 1	545.56	178.54	Regular

Fuente: Elaboración propia (2022)

Lo mismo se observa en la Tabla 25, donde tampoco se presentó la irregularidad de resistencia en la dirección y. Pues todas las fuerzas cortantes en los entrepisos fueron mayores al 80 % de las fuerzas cortantes en los entrepisos superiores.

Cabe mencionar que, al no presentarse la irregularidad de resistencia, tampoco se presentó la irregularidad de resistencia extrema en el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

c) Irregularidad de masa o peso

Mediante los datos mostrados en la Tabla 26, se analizó si el Pabellón A del centro educativo presentó la irregularidad de masa.

Tabla 26.  
Pesos de entrepisos

Piso	$P_i$ (ton)	$1.5 * P_{i+1}$ (ton)	Condición
Piso 2	267.06	985.20	Regular
Piso 1	656.80	400.59	Irregular

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 26, en el Piso 1 sí se presentó la irregularidad de masa.

Es por ello que, de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 12, a la edificación se le atribuye un factor  $I_a$  de 0.90.

d) Irregularidad geométrica vertical

Mediante los datos mostrados en la Tabla 27, se analizó si el Pabellón A del centro educativo presentó la irregularidad geométrica vertical.

Tabla 27.  
Áreas brutas

Piso	$A_i$ (ton)	$1.3 * A_{i+1}$ (ton)	Condición
Piso 2	485.95	631.74	Regular
Piso 1	485.95	-	Regular

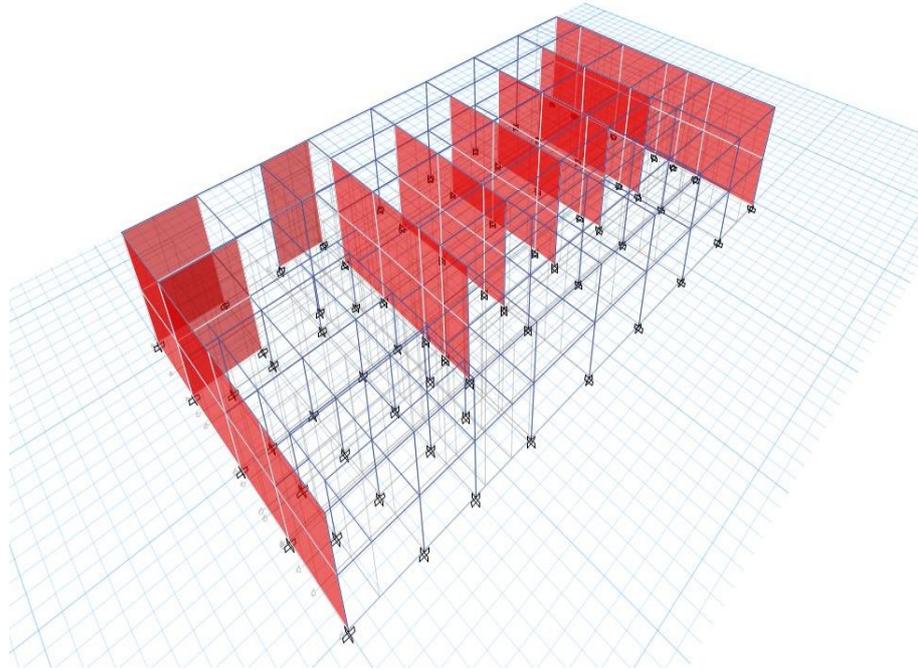
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 27, no se presentó la irregularidad geométrica vertical.

Ello debido a que el área de la estructura resistente a cargas laterales fue menor que 1.3 veces el área de la estructura adyacente.

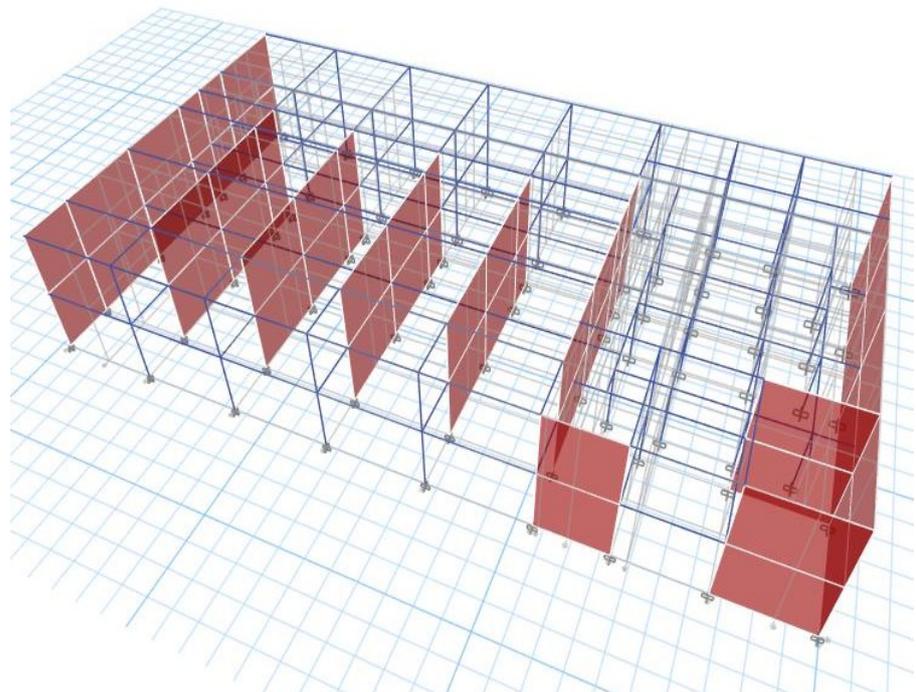
e) Discontinuidad en los sistemas resistentes

De acuerdo a lo mostrado en las Figuras 29 y 30, se analizó si el Pabellón A del centro educativo presentó la presente irregularidad.



*Figura N 29: Vista 3 del centro educativo*  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 29, ningún elemento estructural presentó un desalineamiento o cambio de orientación en la dirección x del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.



*Figura N 30: Vista 4 del centro educativo*  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Lo mismo se visualiza en la Figura 30, donde tampoco se observó que algún elemento estructural presente un desalineamiento o cambio de

orientación en la dirección y del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Cabe mencionar que, al no presentarse la irregularidad de discontinuidad en los sistemas resistentes, tampoco se presentó la irregularidad extrema de discontinuidad en los sistemas resistentes en el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

#### 5.1.8 Irregularidades estructurales en planta

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis estático, se analizaron las siguientes irregularidades estructurales.

##### a) Irregularidad torsional

Mediante los datos mostrados en las Tablas 28 y 29, se analizó si el Pabellón A del centro educativo presentó la irregularidad torsional.

Tabla 28.

Máximos desplazamientos relativos en x

Piso	$\beta_{imax}$ (m)	$\beta_{iprom}$ (m)	$1.3*\beta_{iprom}$ (m)	Condición
Piso2	0.0041	0.0029	0.0038	Irregular
Piso 1	0.0024	0.0023	0.0030	Regular

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 28, en la dirección x, sí se presentó la irregularidad torsional.

Ello debido a que el desplazamiento relativo del piso 2 fue mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio.

Tabla 29.

Máximos desplazamientos relativos en y

Piso	$\beta_{imax}$ (m)	$\beta_{iprom}$ (m)	$1.3*\beta_{iprom}$ (m)	Condición
Piso2	0.00042	0.00034	0.00044	Regular
Piso 1	0.00111	0.00088	0.00114	Regular

Fuente: Elaboración propia (2022)

Caso contrario se observa en la Tabla 29 donde no se presentó la irregularidad torsional en la dirección y.

Pues todos los desplazamientos relativos fueron menores que 1.3 veces los desplazamientos relativos promedios.

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla 11, a la edificación se le atribuye un factor  $I_p$  de 0.75.

##### b) Irregularidad torsional extrema

Mediante los datos mostrados en las Tablas 30 y 31, se analizó si el Pabellón A del centro educativo presentó la irregularidad torsional extrema.

Tabla 30.  
Máximos desplazamientos en x

Piso	$\beta_{imax}$ (m)	$\beta_{iprom}$ (m)	$1.5*\beta_{iprom}$ (m)	Condición
Piso2	0.0041	0.0029	0.0044	Regular
Piso 1	0.0024	0.0023	0.0035	Regular

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 30, en la dirección x, no se presentó la irregularidad torsional extrema.

Ello debido a que los desplazamientos relativos fueron menores que 1.5 veces los desplazamientos relativos promedios.

Tabla 31.  
Máximos desplazamientos en y

Piso	$\beta_{imax}$ (m)	$\beta_{iprom}$ (m)	$1.5*\beta_{iprom}$ (m)	Condición
Piso2	0.00042	0.00034	0.00051	Regular
Piso 1	0.00111	0.00088	0.00132	Regular

Fuente: Elaboración propia (2022)

Lo mismo se observa en la Tabla 31 donde tampoco se presentó la irregularidad torsional extrema en la dirección y. Pues todos los desplazamientos relativos fueron menores que 1.5 veces los desplazamientos relativos promedios.

c) Esquinas entrantes

De acuerdo a lo mostrado en las Figuras 31 y 32, se analizó si el Pabellón A del centro educativo presentó la irregularidad de esquinas entrantes.

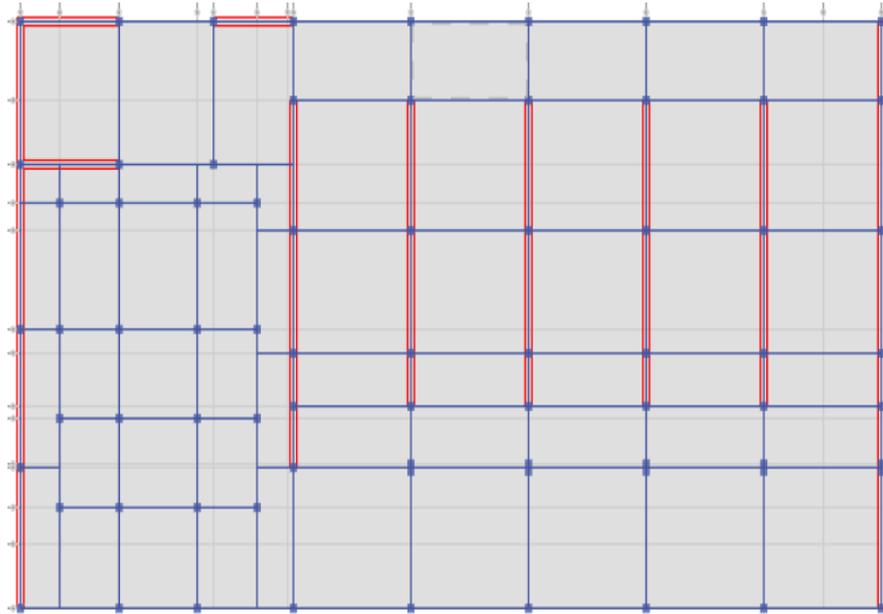


Figura N 31: Vista en planta del primer piso  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 31, en el primer nivel, no se presentó la irregularidad de esquinas entrantes.

Ello debido a que la configuración del Pabellón A fue de forma rectangular.

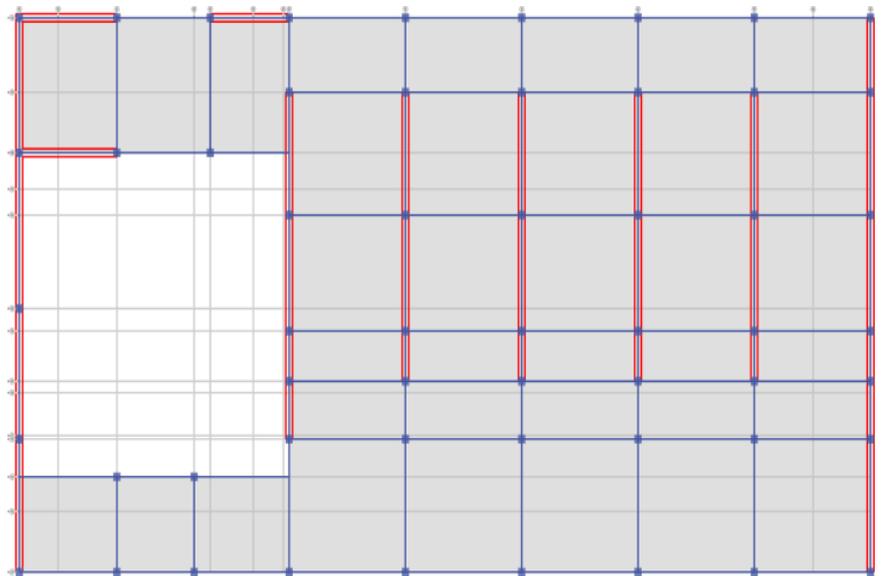


Figura N 32: Vista en planta del segundo piso  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Lo mismo se observa en la Figura 32, donde tampoco se presentó la irregularidad de esquinas entrantes en el segundo nivel. Ello debido a que, la configuración estructural fue de forma rectangular.

- d) Discontinuidad de diafragma

Mediante los datos mostrados en la Tabla 32, se analizó si el Pabellón A del centro educativo presentó la irregularidad de discontinuidad de diafragma.

Tabla 32.  
Áreas de diafragmas

Piso	Área (m <sup>2</sup> )	0.5*Área (m <sup>2</sup> )	Δ Área (m <sup>2</sup> )	Condición
Piso 2	400.39	200.20	85.86	Regular
Piso 1	485.95	-		

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 32, no se presentó la irregularidad de discontinuidad de diafragma.

Ello debido a que la variación entre las áreas brutas de los pisos fue menor al 50 % del área bruta del último nivel.

e) Sistemas no paralelos

De acuerdo a lo mostrado en las Figuras 33 y 34, se analizó si el Pabellón A del centro educativo presentó la irregularidad de sistemas no paralelos.

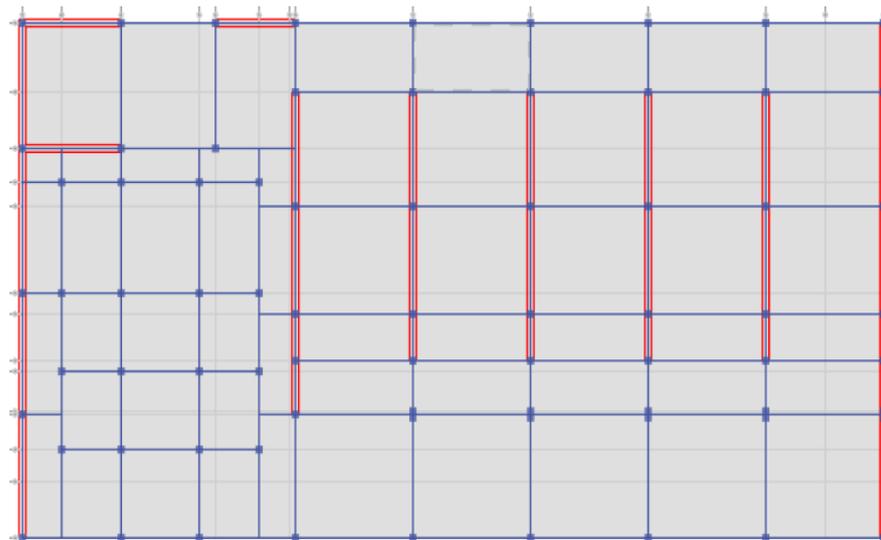


Figura N 33: Vista 1 en planta del primer nivel  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 33, el primer nivel no presentó la irregularidad de sistemas no paralelos.

Ello debido a que todos los elementos resistentes a las fuerzas cortantes están alineados de forma paralela en la dirección x.

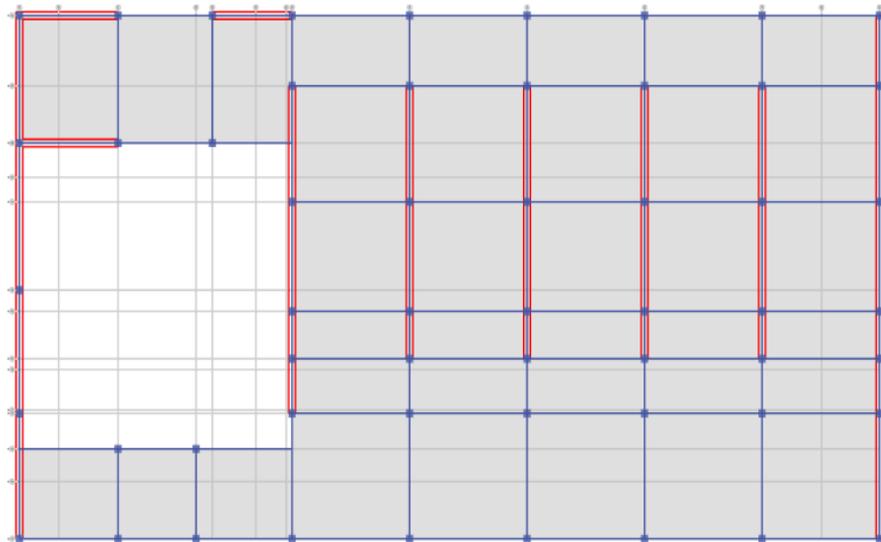


Figura N 34: Vista 2 en planta del segundo nivel  
 Fuente: Elaboración propia (2022)

Lo mismo se observa en la Figura 34, donde tampoco se presentó la irregularidad de sistemas no paralelos en el segundo nivel.

Pues todos los elementos resistentes a las fuerzas cortantes están alineados de forma paralela en la dirección y.

Finalmente, en la Tabla 33 se presenta un resumen de las irregularidades estructurales del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Cabe mencionar que estos valores se seleccionaron de acuerdo a lo indicado por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Tabla 33.  
 Resumen de irregularidades

Dirección	Irregularidad en planta	Irregularidad en altura
Eje x	0.75	0.90
Eje y	1.00	0.90

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 33, en la dirección x se presentaron dos tipos de irregularidades. La primera fue la irregularidad de masa y la segunda fue la irregularidad torsional.

En la dirección y, solo se presentó una irregularidad estructural. Esta fue la irregularidad de masa o peso.

#### 5.1.9 Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

Para el cálculo del coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se utilizó la Ecuación N 7.

Para ello, primero se recopilaron los coeficientes básicos de reducción sísmica mostrados en la Tabla 20. Después, se recopilaron los factores  $I_a$  e  $I_p$  mostrados en la Tabla 33.

Como siguiente paso, estos valores fueron reemplazados en la Ecuación N 7. Finalmente, los coeficientes de reducción obtenidos se muestran en la Tabla 34.

Tabla 34.  
Coeficiente de reducción sísmica

Variables	Eje x	Eje y
$I_a$	0.90	0.90
$I_p$	0.75	1.00
$R_o$	8.00	3.00
$R$	5.40	2.70

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 34, el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en la dirección x fue 5.40, mientras que en la dirección y fue 2.70.

Estos dos coeficientes se utilizarán durante la ejecución del análisis dinámico al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

#### 5.1.10 Coeficiente de cortante basal

Para el cálculo del coeficiente de cortante basal, se utilizaron los parámetros sísmicos mostrados en la Tabla 35.

Tabla 35.  
Coeficiente de cortante basal

Variable	Eje x	Eje y
Z	0.45	0.45
U	1.50	1.50
C	2.50	2.50
S	1.10	1.10
R	5.40	2.70
ZUCS/R	0.3438	0.6875

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 35, se obtuvieron dos coeficientes de cortante basal diferentes.

En la dirección x el coeficiente obtenido fue 0.3438, mientras que en la dirección y fue 0.6875.

### 5.1.11 Cortante basal estática

Luego de obtener los coeficientes de cortante basal, se calcularon las cortantes basales en cada dirección.

Para ello, primero se recopilaron los coeficientes de cortante basal.

Después, estos valores se ingresaron en las cargas SEx y SEy.

Finalmente, se realizó el análisis estático al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Tabla 36.  
Cortante basal estática

Cortante basal	Eje x (ton)	Eje y (ton)
$V_{estática}$	309.64	619.18

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 36, la cortante basal estática en x fue 309.64 ton., mientras que en la dirección y fue 619.18 ton.

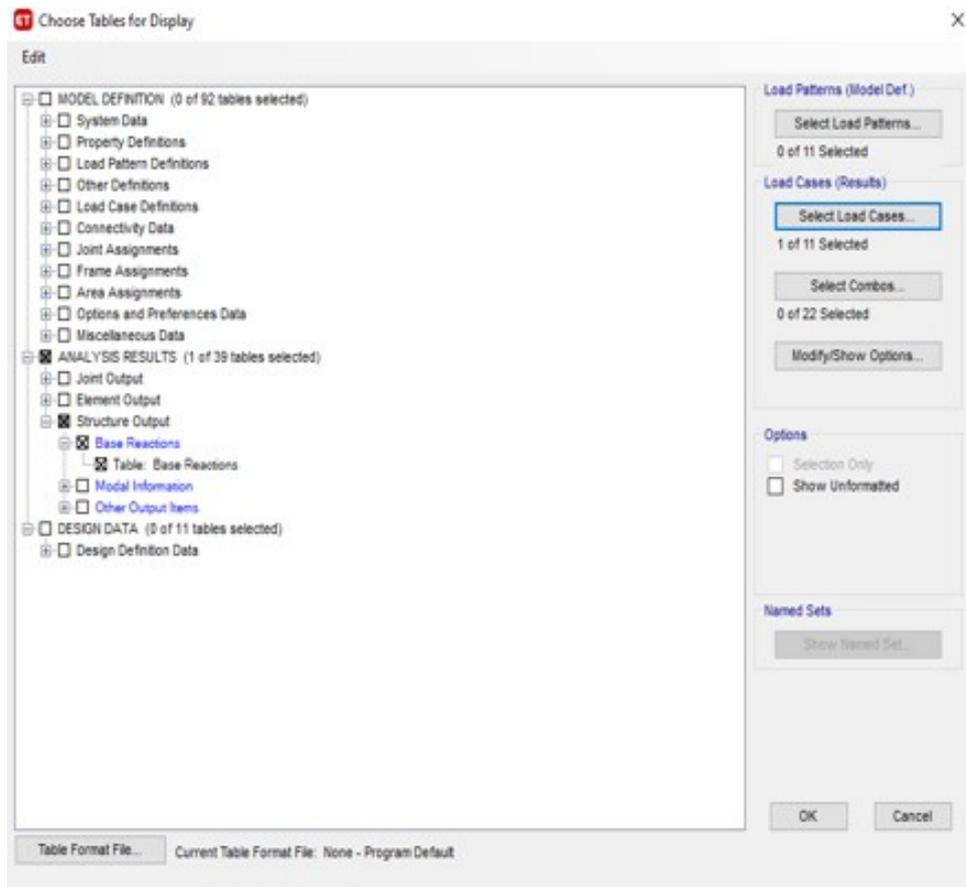


Figura N 35: Obtención de cortante basal

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la Figura 35, se muestra la manera en cómo se recopilaron las cortantes basales del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

### 5.1.12 Análisis dinámico modal espectral

Luego de finalizar con el análisis estático, se realizó el análisis dinámico para el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Para ello, se consideraron los pasos indicados en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Primero se calculó el número de modos de vibración para la estructura existente.

Para esto, la norma técnica indica que, para cada nivel de la edificación, se consideran tres modos de vibración.

Es por ello que, al contar con dos niveles, se consideraron seis modos de vibración.

Este procedimiento se visualiza en la Figura 36.

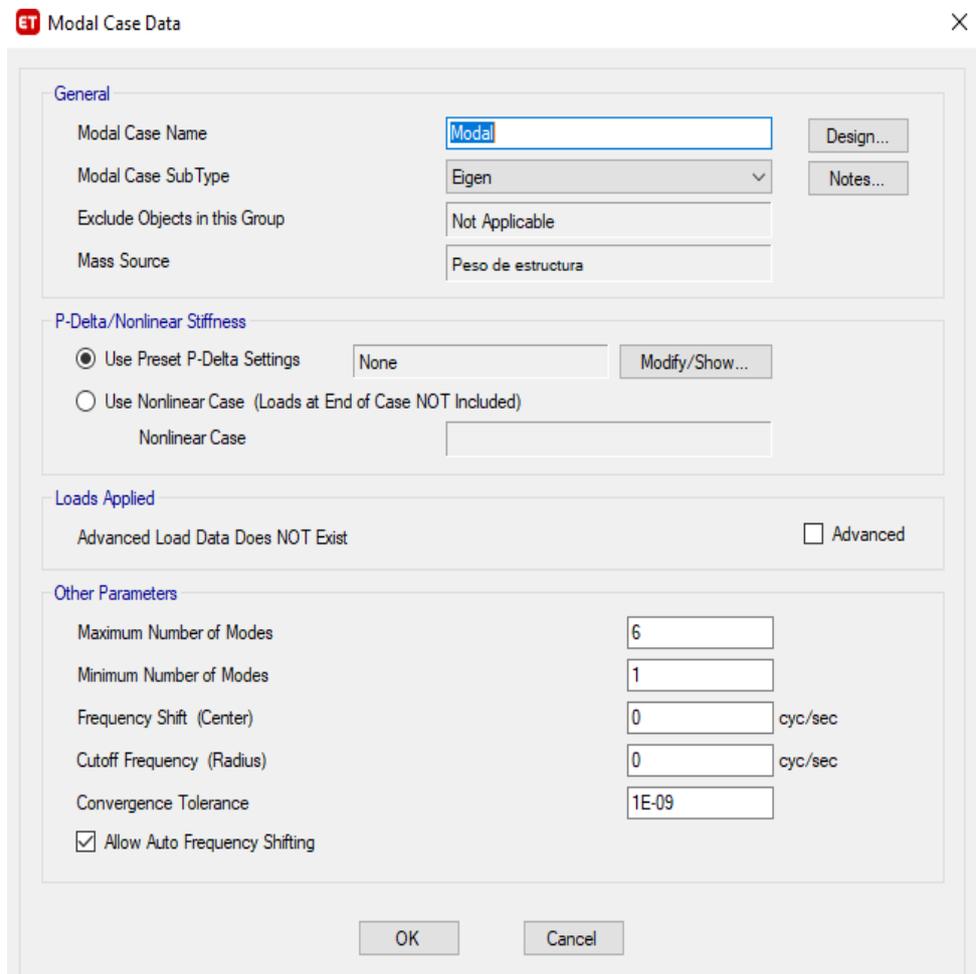


Figura N 36: Definición de modos de vibración  
Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a lo presentado en la Figura 36, se determinaron 6 modos de vibración para el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

### 5.1.13 Aceleración espectral

Para el cálculo de las dos aceleraciones espectrales se utilizó la Ecuación N 10.

$$S_a = \frac{Z * U * C * S * G}{R}$$

Ecuación N 10: Pseudo aceleración

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Ecuación N 10, se solicitan cuatro parámetros sísmicos para cada aceleración espectral.

Estos valores fueron recopilados de la Tabla 35.

Mediante el programa Etabs, se definieron las aceleraciones espectrales para cada eje del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

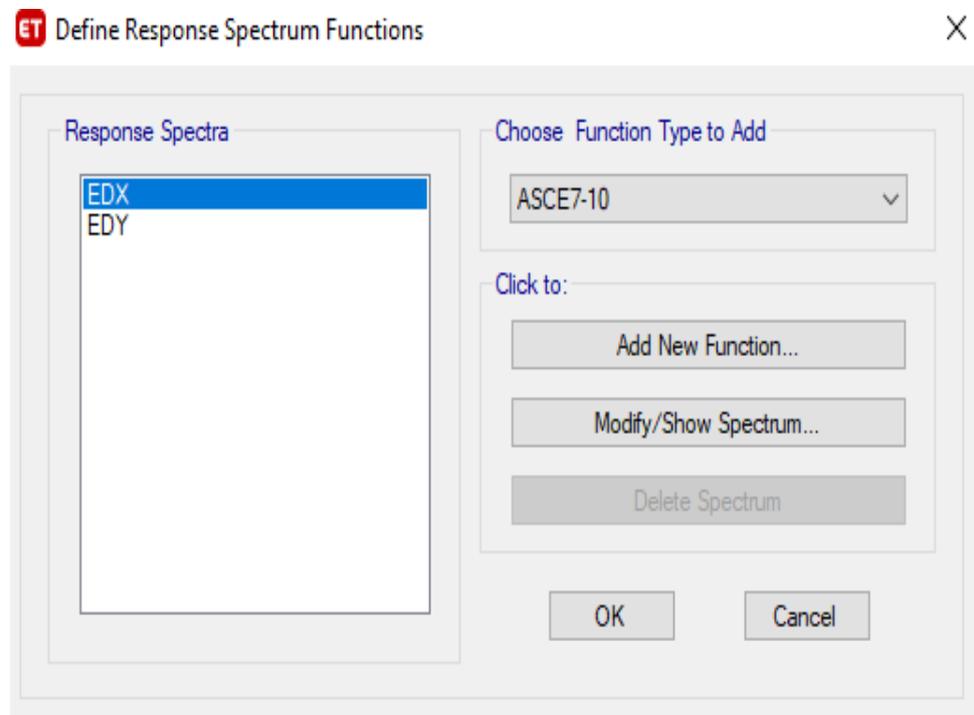


Figura N 37: Definición de espectros de respuesta

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 37, se definieron los espectros de respuesta  $ED_x$  y  $ED_y$ .

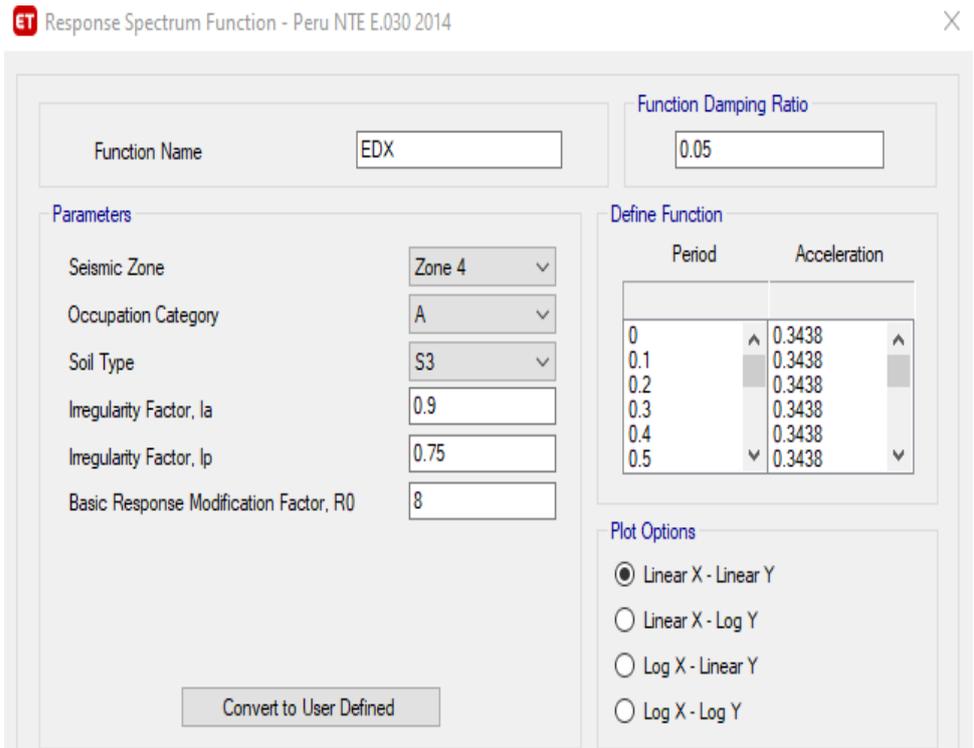


Figura N 38: Espectro en dirección x  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Luego, para el espectro de respuesta ED<sub>x</sub>, se ingresaron los parámetros sísmicos de acuerdo a lo mostrado en la Figura 38.

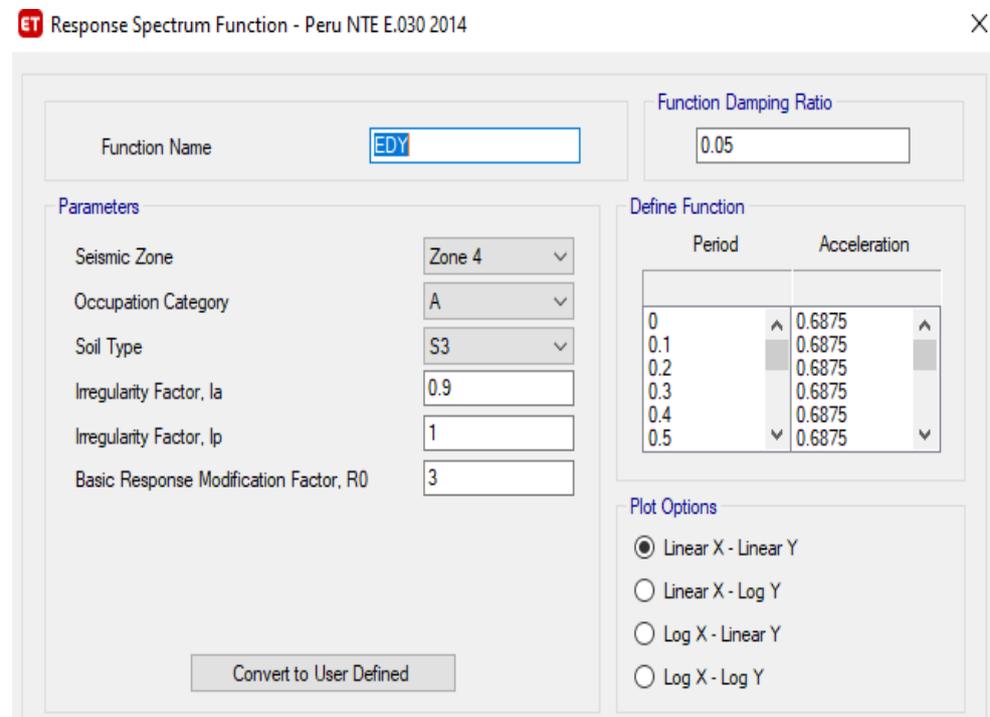


Figura N 39: Espectro en dirección y  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Lo mismo se realizó en la Figura 39, donde también se ingresaron los parámetros sísmicos para el espectro de respuesta  $ED_y$ .

Como resultado se obtuvieron las siguientes pseudo aceleraciones. Estas se muestran en las Figuras 40 y 41.



Figura N 40: Espectro de respuesta en x  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 40, el eje x representa los periodos del espectro de respuesta  $ED_x$ , mientras que el eje y representa las aceleraciones.

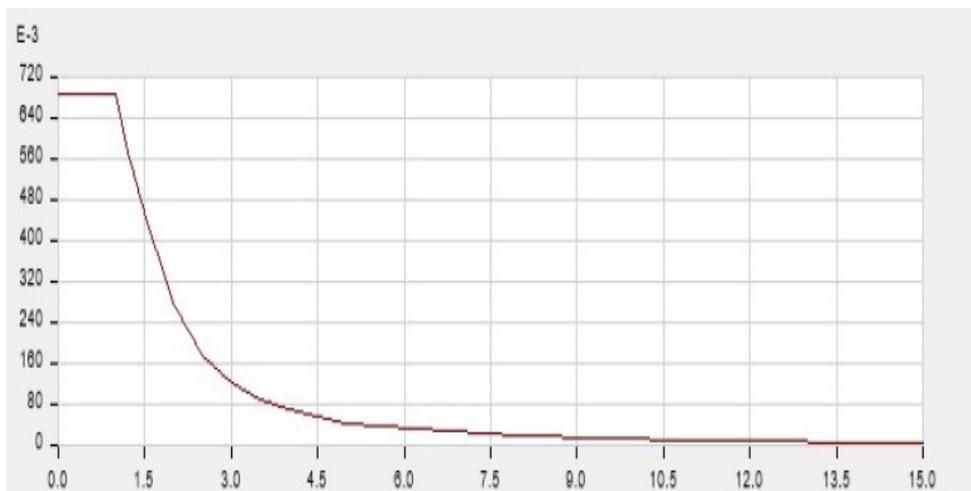


Figura N 41: Espectro de respuesta en y  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Lo mismo se visualiza en la Figura 41, en donde el eje x representa los periodos del espectro de respuesta  $ED_y$ , mientras que el eje y representa las aceleraciones.

#### 5.1.14 Cortante basal dinámica

Luego de definir los espectros de diseño  $ED_x$  y  $ED_y$ , se calcularon las cortantes dinámicas en la base del Pabellón A del Centro Educativo

Salamanca. Para ello, se consideraron los pasos indicados en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Primero se crearon los load cases  $SD_x$  y  $SD_y$  según lo mostrado en la Figura 42.

Cabe mencionar que el load case  $SD_x$  se creó para el análisis dinámico en la dirección x, mientras que el load case  $SD_y$  se creó para el análisis dinámico en la dirección y.

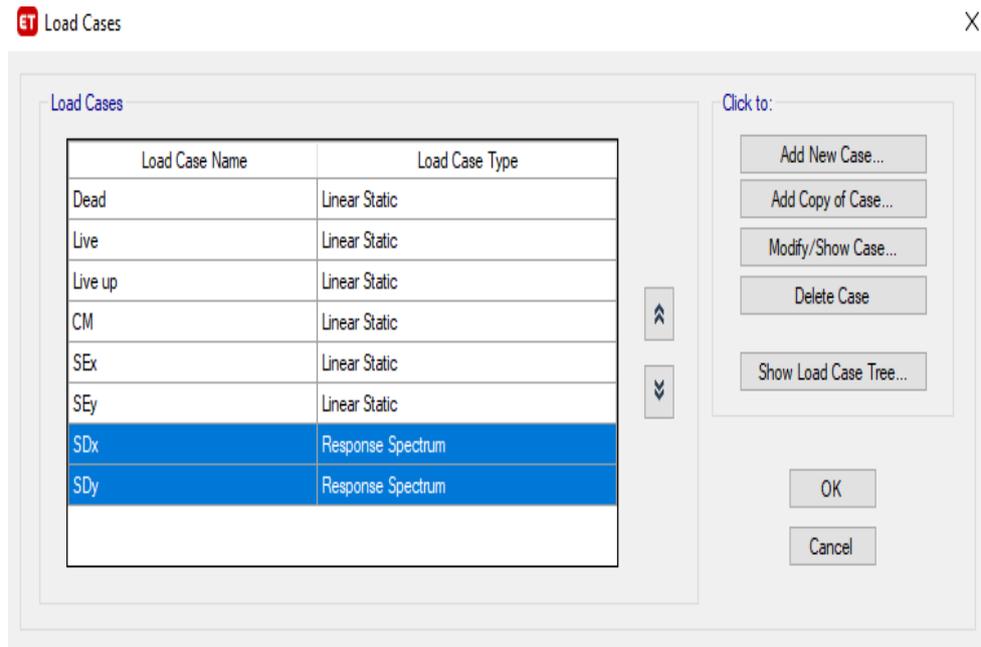


Figura N 42: Casos de cargas dinámicas  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 42, los load case  $SD_x$  y  $SD_y$  pertenecen a los casos tipo response spectrum.

ET Load Case Data

General

Load Case Name: SDx

Load Case Type: Response Spectrum

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (Peso de estructura)

Design...  
Notes...

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	EDX	9.8067
Acceleration	U2	EDY	2.942

Add  
Delete  
 Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor: 1

Modal Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms

OK Cancel

Figura N 43: Caso en dirección x  
Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a lo mostrado en la Figura 43, se definieron las aceleraciones para cada dirección. En este caso, como la dirección predominante fue en el eje x, la aceleración  $U_1$  actuó en un 100 % mientras que, en el eje y, la aceleración  $U_2$  actuó en un 30 %.

Luego se eligió el método de combinación modal, el cual fue el CQC.

Finalmente, el modal damping fue de 0.05.

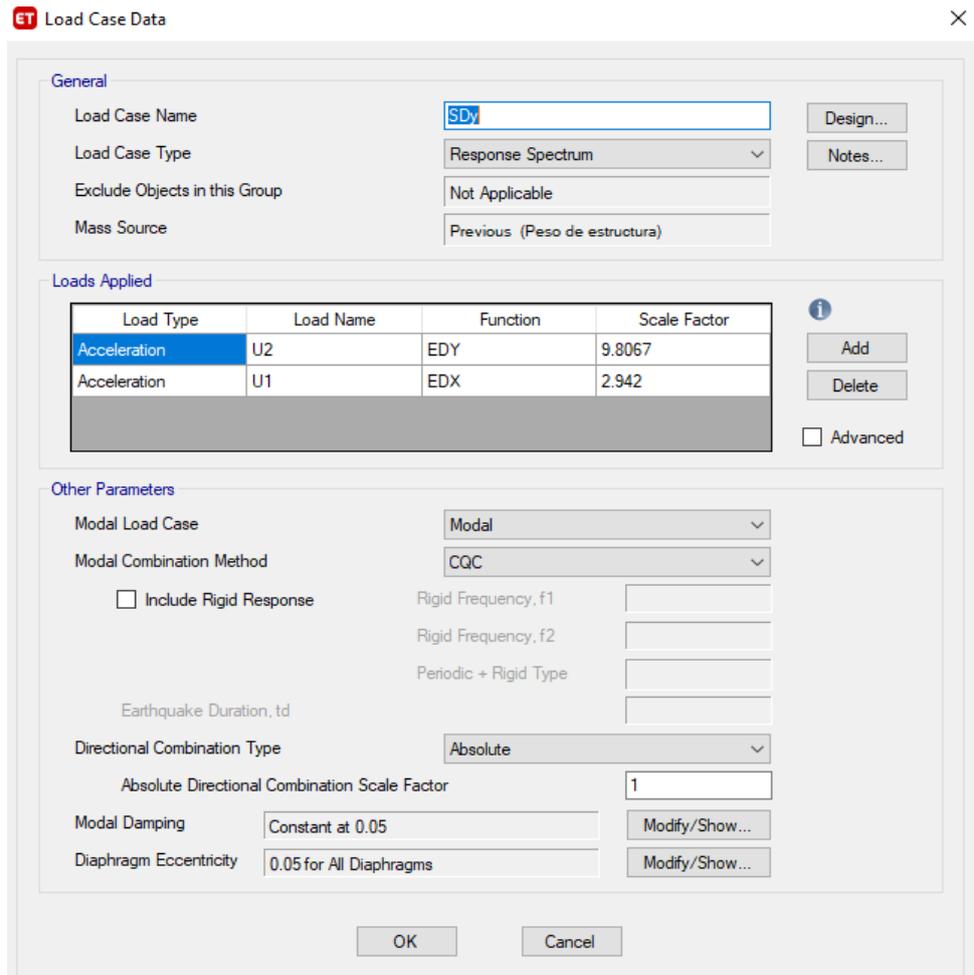


Figura N 44: Caso en dirección y  
Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a lo mostrado en la Figura 44, se definieron las aceleraciones para cada dirección. En este caso, como la dirección predominante fue en el eje y, la aceleración  $U_2$  actuó en un 100 % mientras que, en el eje x, la aceleración  $U_1$  actuó en un 30 %.

Luego se eligió el método de combinación modal, el cual fue el CQC. Finalmente, el modal damping fue de 0.05.

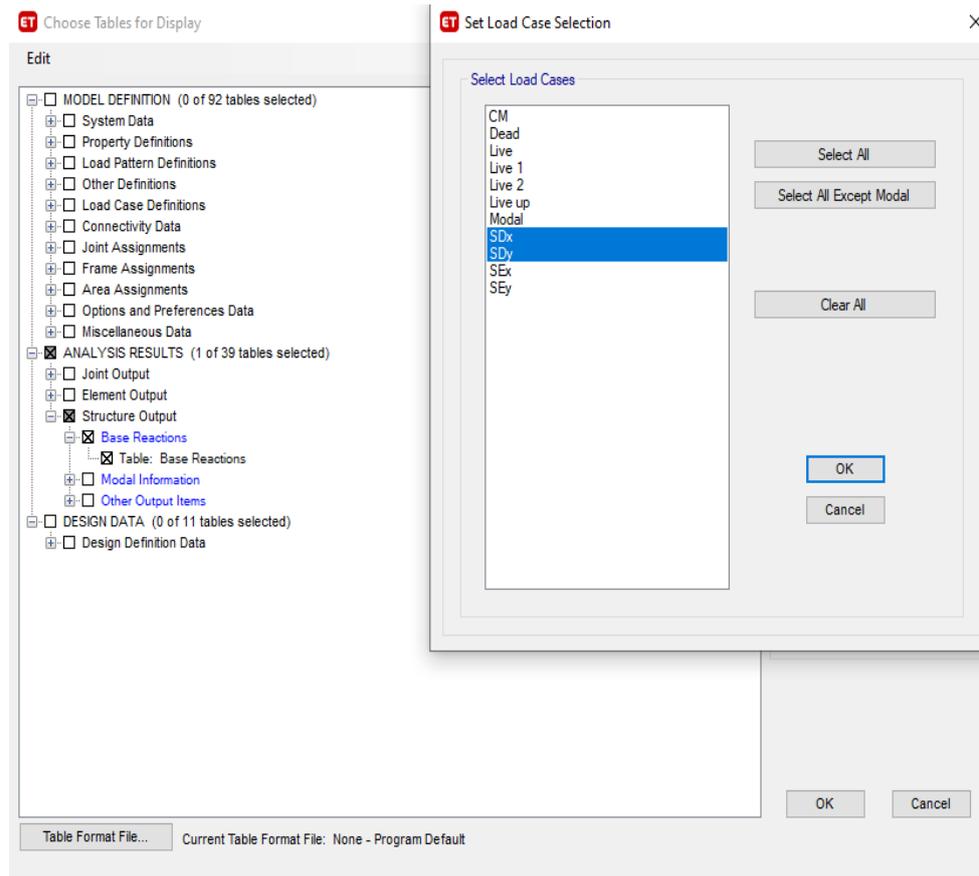


Figura N 45: Tablas de cortantes dinámicas  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la Figura 45, se muestra la manera en cómo se recopilaban las cortantes dinámicas en la base del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Finalmente, en la Tabla 37 se presentaron las cortantes dinámicas en la base obtenidas del análisis dinámico.

Tabla 37.  
Cortante basal dinámica

Cortante basal	Eje x (ton)	Eje y (ton)
$V_{dinámica}$	619.18	545.56

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 37, la cortante basal dinámica en x fue 619.18 ton., mientras que en la dirección y fue 545.56 ton.

#### 5.1.15 Verificación de cortante mínima

Luego de obtener las cortantes estáticas y las cortantes dinámicas, se verificaron si las cortantes dinámicas cumplían con lo indicado por la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

La norma técnica E.030 indica que, para estructuras irregulares, las cortantes basales dinámicas no deben ser menores que el 90 % de las cortantes basales estáticas.

Tabla 38.  
Verificación de cortantes basales

Dirección	Cortante Estática (ton)	Cortante dinámica (ton)	$S_d/S_e$
Eje x	309.64	276.89	0.894
Eje y	619.18	545.56	0.881

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 38, en el eje x de la edificación, la relación entre la cortante estática y dinámica fue 0.894.

Caso parecido se observa en la dirección y, donde la relación entre la cortante estática y dinámica fue 0.881.

Estos dos resultados fueron menores al valor indicado por la norma técnica. Es por ello que, se escalaron las dos cortantes dinámicas mostradas en la Figura 38.

Tabla 39.  
Corrección de cortantes

Dirección	Cortante Estática (ton)	Cortante dinámica (ton)	$S_d/S_e$
Eje x	309.64	278.83	0.901
Eje y	619.18	558.10	0.901

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se aprecia en la Tabla 39, las dos cortantes dinámicas fueron escaladas para que cumplan con lo indicado por la norma técnica.

Es por ello que, en la dirección x, la cortante dinámica escalada fue 278.83 ton., mientras que en la dirección y fue 558.10 ton.

Luego de finalizar el análisis dinámico modal espectral, se recopilaron las máximas derivas de entrepiso obtenidas mediante el programa Etabs.

Para ello, primero se creó la combinación de carga, la cual se llamó deriva.

Esta se visualiza en la Figura 46.

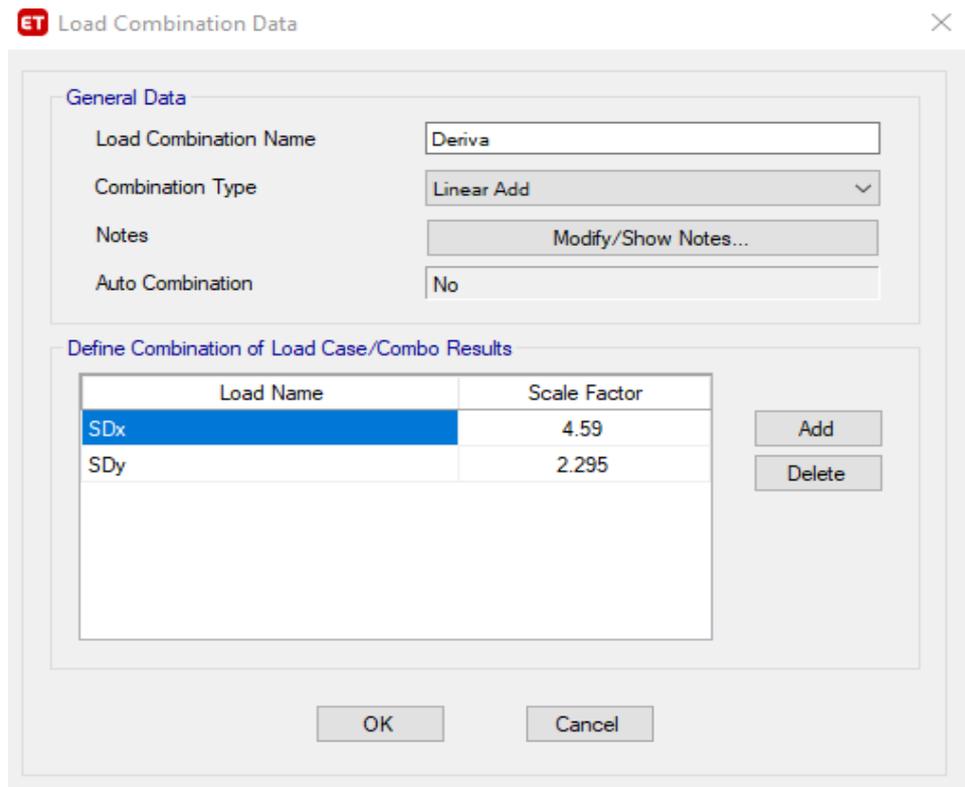


Figura N 46: Combinación de cargas  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 46, el  $SD_x$  se creó para la dirección x, mientras que el  $SD_y$  se creó para la dirección y.

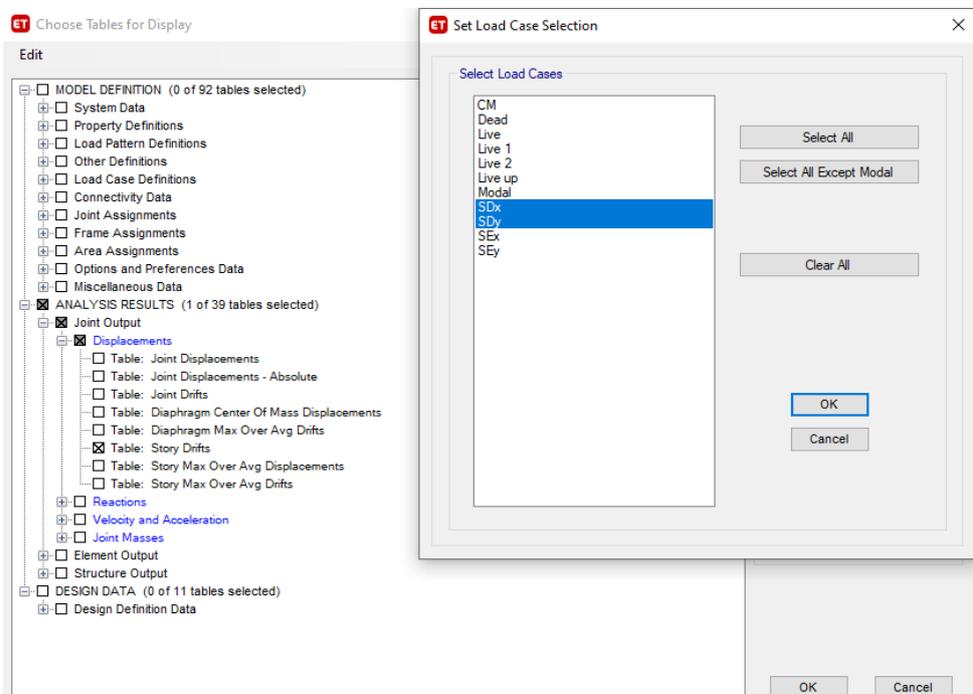


Figura N 47: Tablas de derivas  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la Figura 47, se muestra la manera en cómo se recopilaban las máximas derivas del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Finalmente, en las Tablas 40 y 41 se presentan las máximas derivas de entrepiso en cada dirección analizada.

Tabla 40.  
Máximas derivas en x

Piso	Deriva x (m)	Límite (m)
Piso 2	0.008	0.007
Piso 1	0.005	0.007

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 40, La máxima deriva del segundo piso fue 0.008 m., mientras que, la máxima deriva del primer piso fue 0.005 m.

La Norma Técnica E.030 indica que, el límite de distorsión para estructuras de concreto armado es 0.007 m. Es por ello que, en la dirección x, la máxima deriva del segundo no cumplió con lo indicado por la norma técnica.

Caso contrario resultó en el primer piso, ya que la máxima deriva sí cumplió con lo indicado por la norma técnica.

Tabla 41.  
Máximas derivas en y

Piso	Deriva y (m)	Límite (m)
Piso 2	0.002	0.005
Piso 1	0.001	0.005

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 41, La máxima deriva del segundo piso fue 0.002 m., mientras que, la máxima deriva del primer piso fue 0.001 m.

La Norma Técnica E.030 indica que, el límite de distorsión para estructuras de albañilería confinada es 0.005 m. Es por ello que, en las dos direcciones, las máximas derivas cumplieron con lo indicado por la norma técnica.

#### 5.1.16 Control de fisuración de albañilería confinada por sismo moderado

Luego de finalizar el análisis dinámico, se realizó el análisis de control de fisuración a los muros de albañilería confinada por sismo moderado.

Para ello, en la dirección y del Pabellón A, el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas fue 6.

Respecto a los demás parámetros sísmicos, se respetaron de acuerdo a lo considerado para el análisis dinámico modal espectral.

La Norma Técnica E.070 Albañilería indica que, para realizar el control de fisuración, se utiliza la Ecuación N 11.

$$V_e \leq 0.55 * V_m$$

Ecuación N 11: Control de fisuración por sismo moderado

Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a lo mostrado en las Tablas 42 y 43, se analizó si los muros de albañilería confinada presentaban fisuraciones durante un sismo moderado.

Tabla 42.

Agrietamiento en segundo nivel

Piso 2									
Muro	$V_m$	L(m)	E(m)	$P_g$	$\alpha$	$V_m$	$0.55V_m$	$V_e$	Cumple
P1	51.00	3.59	0.23	4.24	1.00	22.03	12.12	7.14	Sí
P2	51.00	3.51	0.23	4.18	1.00	21.55	11.85	9.42	Sí
P3	51.00	4.25	0.23	5.22	1.00	26.13	14.37	10.75	Sí
P4	51.00	3.65	0.23	4.49	1.00	22.44	12.34	9.20	Sí
P5	51.00	1.31	0.23	2.52	1.00	8.26	4.54	2.06	Sí
P6	51.00	1.20	0.23	2.01	1.00	7.50	4.13	2.92	Sí
P7	51.00	3.10	0.23	4.88	1.00	19.30	10.62	7.91	Sí
P8	51.00	3.30	0.23	5.99	1.00	20.73	11.40	6.00	Sí
P9	51.00	1.20	0.23	2.37	1.00	7.58	4.17	1.43	Sí
P10	51.00	3.10	0.23	6.08	1.00	19.58	10.77	5.98	Sí
P11	51.00	3.30	0.23	7.00	1.00	20.96	11.53	5.07	Sí
P12	51.00	1.20	0.23	2.34	1.00	7.58	4.17	1.25	Sí
P13	51.00	3.10	0.23	6.03	1.00	19.57	10.76	5.19	Sí
P14	51.00	3.30	0.23	6.93	1.00	20.95	11.52	4.40	Sí
P15	51.00	1.20	0.23	2.34	1.00	7.58	4.17	1.25	Sí
P16	51.00	3.10	0.23	6.03	1.00	19.57	10.76	5.24	Sí
P17	51.00	3.30	0.23	6.97	1.00	20.96	11.53	4.43	Sí
P18	51.00	1.20	0.23	2.36	1.00	7.58	4.17	1.35	Sí
P19	51.00	3.10	0.23	6.07	1.00	19.58	10.77	5.61	Sí
P20	51.00	3.30	0.23	7.01	1.00	20.97	11.53	4.76	Sí
P21	51.00	3.49	0.23	4.53	1.00	21.51	11.83	6.00	Sí
P22	51.00	1.31	0.23	2.28	1.00	8.21	4.51	3.32	Sí
P23	51.00	1.20	0.23	1.84	1.00	7.46	4.10	2.96	Sí
P24	51.00	3.10	0.23	4.51	1.00	19.22	10.57	7.50	Sí
P25	51.00	3.30	0.23	4.85	1.00	20.47	11.26	7.17	Sí
P26	51.00	1.90	0.23	2.61	1.00	11.74	6.46	2.48	Sí

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 42, ningún muro de albañilería confinada presentó fisuras cuando la edificación fue afectada por un sismo moderado.

Tabla 43.  
Agrietamiento en primer nivel

Muro	V <sub>m</sub>	L(m)	E(m)	Piso 1		V <sub>m</sub>	0.55 V <sub>m</sub>	V <sub>e</sub>	Cumple
				P <sub>g</sub>	α				
P1	51.00	3.59	0.23	9.73	1.00	23.29	12.81	20.32	No
P2	51.00	3.51	0.23	9.34	1.00	22.74	12.50	22.33	No
P3	51.00	4.25	0.23	11.88	1.00	27.66	15.21	25.37	No
P4	51.00	3.65	0.23	10.78	1.00	23.89	13.14	20.92	No
P5	51.00	1.31	0.23	4.89	1.00	8.81	4.84	5.87	No
P6	51.00	1.20	0.23	4.19	1.00	8.00	4.40	5.53	No
P7	51.00	3.10	0.23	10.74	1.00	20.65	11.36	14.05	No
P8	51.00	3.30	0.23	12.80	1.00	22.30	12.26	13.68	No
P9	51.00	1.20	0.23	4.85	1.00	8.15	4.48	4.35	Sí
P10	51.00	3.10	0.23	12.86	1.00	21.14	11.63	11.86	No
P11	51.00	3.30	0.23	14.66	1.00	22.73	12.50	11.91	Sí
P12	51.00	1.20	0.23	4.82	1.00	8.15	4.48	3.84	Sí
P13	51.00	3.10	0.23	12.80	1.00	21.13	11.62	10.46	Sí
P14	51.00	3.30	0.23	14.57	1.00	22.70	12.49	10.49	Sí
P15	51.00	1.20	0.23	4.82	1.00	8.15	4.48	3.86	Sí
P16	51.00	3.10	0.23	12.80	1.00	21.13	11.62	10.52	Sí
P17	51.00	3.30	0.23	14.62	1.00	22.72	12.49	10.56	Sí
P18	51.00	1.20	0.23	4.85	1.00	8.15	4.48	3.97	Sí
P19	51.00	3.10	0.23	12.87	1.00	21.14	11.63	10.82	Sí
P20	51.00	3.30	0.23	14.68	1.00	22.73	12.50	10.85	Sí
P21	51.00	3.49	0.23	9.85	1.00	22.73	12.50	12.37	Sí
P22	51.00	1.31	0.23	4.02	1.00	8.61	4.73	5.48	No
P23	51.00	1.20	0.23	3.71	1.00	7.89	4.34	5.01	No
P24	51.00	3.10	0.23	9.67	1.00	20.41	11.22	12.34	No
P25	51.00	3.30	0.23	10.50	1.00	21.77	11.97	12.51	No
P26	51.00	1.90	0.23	5.56	1.00	12.42	6.83	6.49	Sí

Fuente: Elaboración propia (2022)

Caso contrario se observa en la Tabla 43, donde algunos muros de albañilería confinada presentaron fisuras cuando la edificación fue afectada por un sismo moderado.

Debido a lo antes mencionado, se recomienda realizar una reestructuración en el eje y del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

#### 5.1.17 Análisis sísmico con espectro objetivo

El presente análisis dinámico se realizó para conocer el comportamiento estructural de la edificación cuando esta reciba la fuerza sísmica de un sismo en un 100 %.

Para ello, en el eje x, el coeficiente de reducción sísmica fue 1.00.



Figura N 48: Espectro de respuesta en x  
Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 48 se visualiza el espectro de respuesta obtenido en el eje x del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Como se observa en el gráfico, el eje x representa los periodos del espectro de respuesta, mientras que el eje y representa las aceleraciones.

Luego de definir el espectro objetivo en la dirección x, se volvió a realizar el análisis dinámico al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

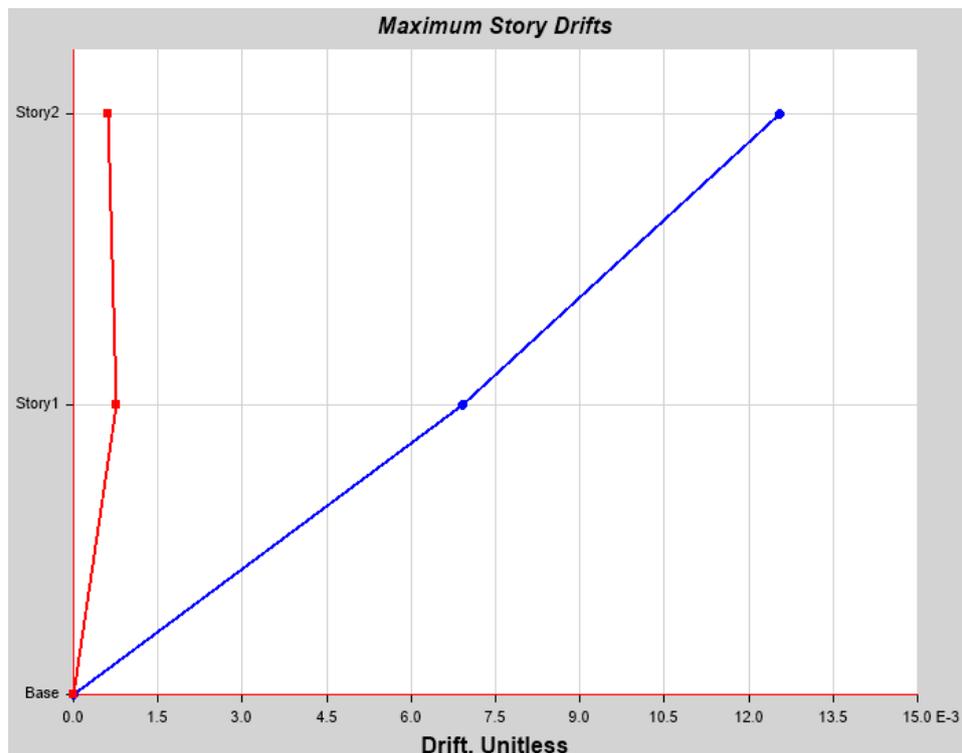


Figura N 49: Derivas en dirección x  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 49 y la Tabla 44, las máximas derivas obtenidas en la dirección x se amplificaron a una mayor escala.

Tabla 44.

Máximas derivas en x con espectro objetivo

Piso	Deriva x (m)	Límite (m)
Piso 2	0.013	0.007
Piso 1	0.007	0.007

Fuente: Elaboración propia (2022)

En el eje x, la máxima deriva del segundo piso fue 0.0013 m., valor superior al límite de distorsión indicado por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

En el primer piso, la máxima deriva fue 0.007 m., valor igual al límite de distorsión indicado por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

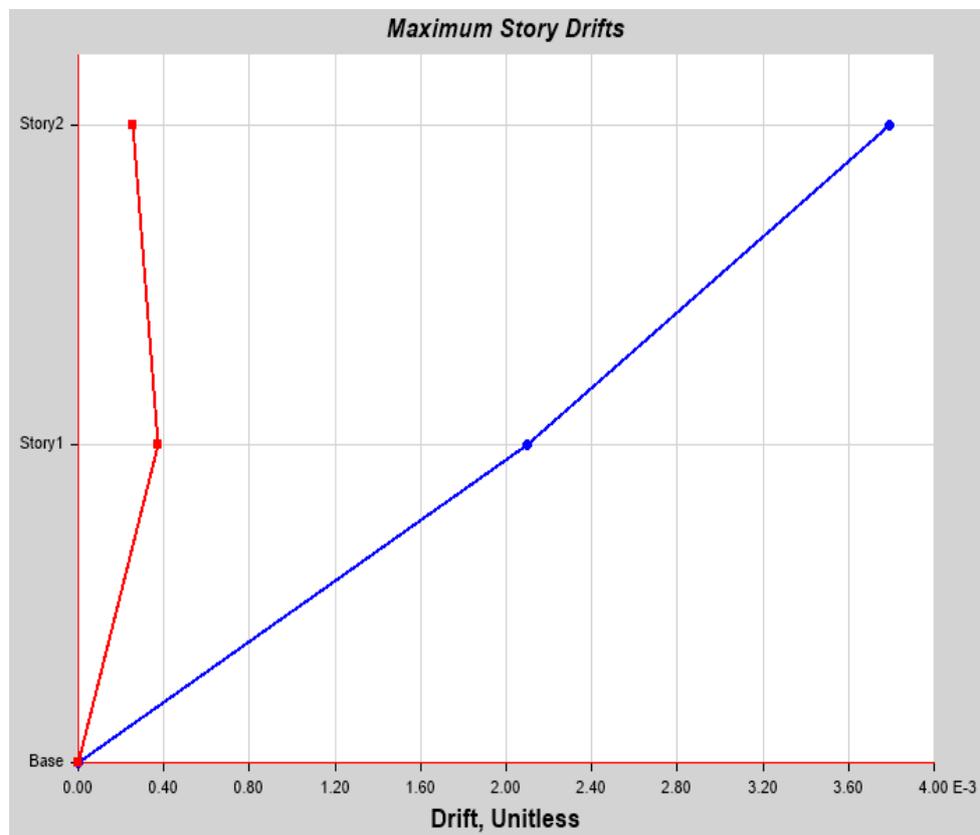


Figura N 50: Máximas derivas en y

Fuente: Elaboración propia (2022)

Las máximas derivas obtenidas en la dirección y se visualizan en la Figura 50 y la Tabla 45.

Según los resultados obtenidos, estas fueron menores al límite de distorsión indicado por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Tabla 45.  
Máximas derivas en y con espectro objetivo

Piso	Deriva y (m)	Límite (m)
Piso 2	0.004	0.005
Piso 1	0.002	0.005

Fuente: Elaboración propia (2022)

La máxima deriva obtenida en el segundo piso fue 0.004 m., mientras que en el primer piso fue 0.002 m.

Estos dos resultados fueron menores al límite de distorsión indicado por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

De acuerdo a los resultados mostrados en las Tablas 44 y 45, se indica que solo se disminuirán las máximas derivas en el eje x del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

#### 5.1.18 Registros sísmicos

Sencico indica que, para realizar el análisis dinámico a una edificación, se requieren tres conjuntos de acelerogramas.

Es por ello que, con la información del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, se escogieron tres pares de acelerogramas ocurridos en el territorio peruano.

Estos acelerogramas contaron con dos componentes según lo mostrado en las Tablas 46 y 47.

Tabla 46.  
Lista de acelerogramas elegidos

Fecha	Hora	Estación	Ubicación
15/08/2007	18:40:48	ICA002	Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica
03/10/1974	09:21:00	PRQ	Parque de la Reserva, Lima
17/08/1966	16:41:00	PRQ	Parque de la Reserva, Lima

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 46, el primer acelerograma se registró el 15 de agosto de 2007 en la ciudad de Ica.

En el caso de los dos últimos, estos se registraron en la ciudad de Lima.

Tabla 47.  
Lista de componentes

Fecha	Estación	Componentes	
15/08/2007	ICA002	Norte - Sur	Este - Oeste
03/10/1974	PRQ	Norte - Sur	Este - Oeste
17/08/1966	PRQ	Norte - Sur	Este - Oeste

Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla 47, los tres acelerogramas escogidos contaron con sus componentes Norte – Sur y Este – Oeste.

### 5.1.19 Corrección de acelerogramas

La Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente menciona que, para realizar el análisis dinámico de una estructura, los acelerogramas escogidos deben corregirse mediante un programa especializado.

Para ello, primero se revisaron los datos de los acelerogramas mostrados en las Figuras 51, 52 y 53.

NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)  
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31  
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170  
e-mail: f\_lazares@uni.edu.pe <http://www.cismid-uni.org>

#### 1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION

STATION NAME : UNICA  
STATION CODE : ICA002  
STATION LOCATION : San Luis Gonzaga National University, Ica, Ica  
LATITUDE : -14.088  
LONGITUDE : -75.732  
ALTITUDE (m) : 409  
ACCELEROMETER MODEL : RION SM-10B  
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 100

#### 2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE

DATE : August 15, 2007  
ORIGIN TIME (Local) : 18:40:58  
LATITUDE : -13.67  
LONGITUDE : -76.76  
DEPTH (km) : 40.00  
MAGNITUDE : 7.0 ML  
INFORMATION SOURCE : IGP

#### 3. INFORMATION ABOUT THE RECORD

RECORD TIME (Local) : 18:40:58  
NUMBER OF SAMPLES : 21807  
MAXIMUM ACCELERATION : -272.82 333.66 192.04  
DATA UNITS : cm/s<sup>2</sup>

#### 4. COMMENTS

BASELINE CORRECTED. BANDPASS (0.01-25) FILTERED. PROCESSED THANKS TO DR. AKIO ABE AND TOKYO SOIL RESEARCH CO., LTD.

*Figura N 51: Registro sísmico de 2007*

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 51, el primer acelerograma escogido fue el del 15 de agosto de 2007. Este se registró en la estación de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga en Ica.

De acuerdo a lo indicado en el ítem 4 de la Figura 51, el primer acelerograma ya fue corregido.

NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)  
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31  
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170  
e-mail: f\_lazares@uni.edu.pe <http://www.cismid-uni.org>

#### 1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION

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

#### 2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE

DATE : October 03, 1974  
ORIGIN TIME (Local) : 09:21:00  
LATITUDE : -12.50  
LONGITUDE : -77.98  
DEPTH (km) : 13.00  
MAGNITUDE : 6.6 mb  
INFORMATION SOURCE : IGP

#### 3. INFORMATION ABOUT THE RECORD

RECORD TIME (Local) : 09:21:00  
NUMBER OF SAMPLES : 4899  
MAXIMUM ACCELERATION : -194.21 180.09 100.30  
DATA UNITS : cm/s<sup>2</sup>

#### 4. COMMENTS

BASELINE CORRECTED

*Figura N 52: Registro sísmico de 1974*

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 52, el segundo acelerograma escogido fue el del 03 de octubre de 1974. Este se registró en la estación del Parque de la Reserva ubicado en el Cercado de Lima.

De acuerdo a lo indicado en el ítem 4 de la Figura 52, el segundo acelerograma ya fue corregido.

---

NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)  
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31  
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170  
e-mail: f\_lazares@uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION

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

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE

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

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD

RECORD TIME (Local) : 16:41:00  
NUMBER OF SAMPLES : 3283  
MAXIMUM ACCELERATION : -180.56 -268.24 94.29  
DATA UNITS : cm/s<sup>2</sup>

4. COMMENTS

BASELINE CORRECTED

*Figura N 53: Registro sísmico de 1966*  
Fuente: Elaboración propia (2022)

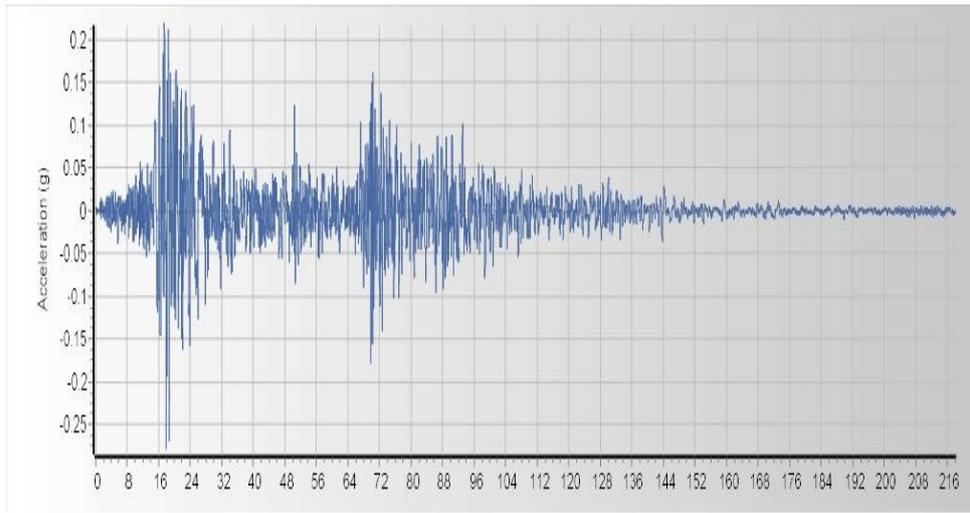
Finalmente, en la Figura 53 se observa que el tercer acelerograma escogido fue el del 17 de octubre de 1966.

Este se registró en la estación del Parque de la Reserva ubicado en el Cercado de Lima.

De acuerdo a lo indicado en el ítem 4 de la Figura 53, el tercer acelerograma ya fue corregido.

Luego de conocer que los tres acelerogramas están corregidos, estos se ingresaron al programa SeismoMatch.

Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 54, 55, 56, 57, 58 y 59.



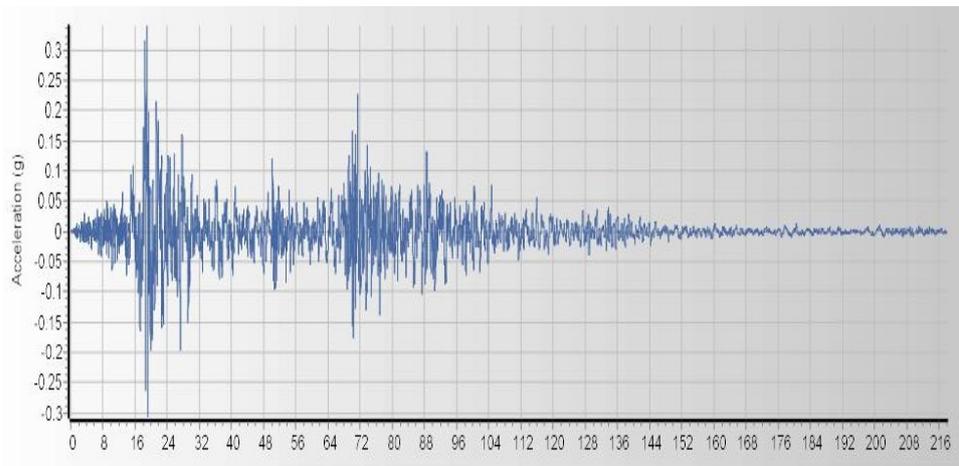
*Figura N 54: Primer acelerograma de 2007*

Fuente: Elaboración propia (2022)

El primer acelerograma escogido fue el del 15 de agosto de 2007 registrado en la ciudad de Ica.

En este caso, las coordenadas ingresadas fueron en dirección Este – Oeste del primer acelerograma.

Finalmente, el acelerograma escogido se visualiza en la Figura 54.



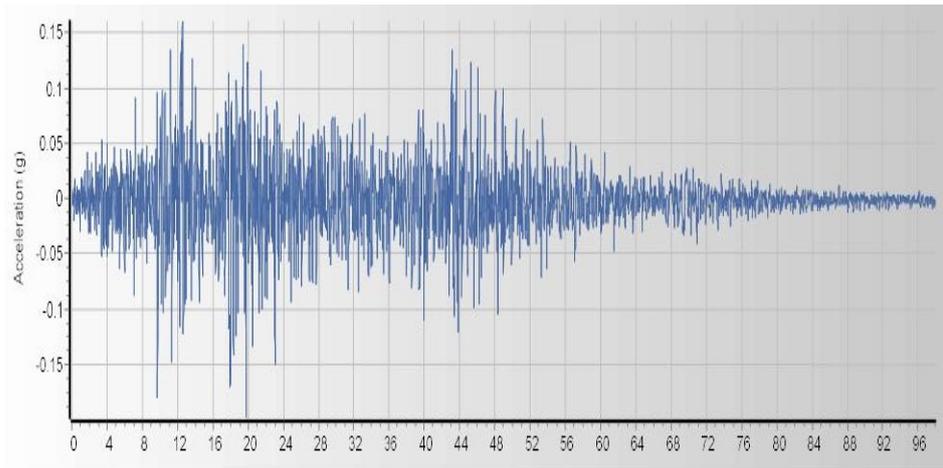
*Figura N 55: Segundo acelerograma de 2007*

Fuente: Elaboración propia (2022)

El segundo acelerograma escogido fue el del 15 de agosto de 2007 registrado en la ciudad de Ica.

En este caso, las coordenadas ingresadas fueron en dirección Norte – Sur del segundo acelerograma.

Finalmente, el acelerograma escogido se visualiza en la Figura 55.



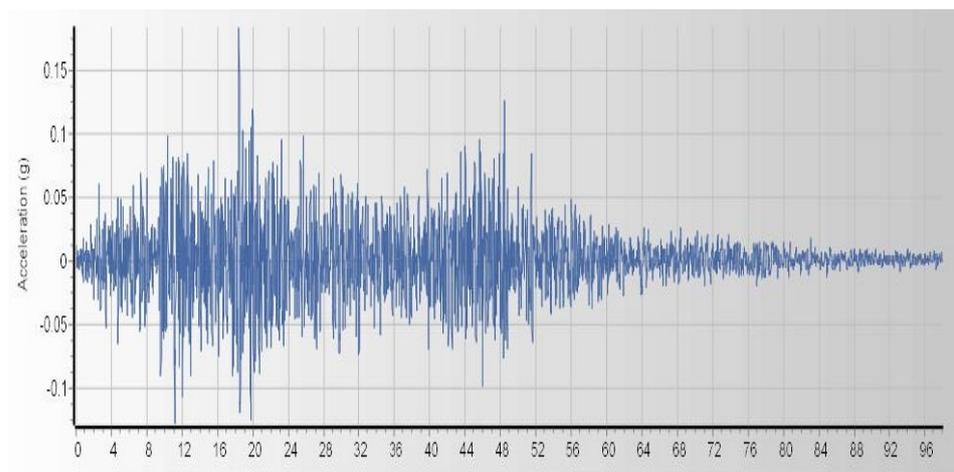
*Figura N 56: Primer acelerograma de 1974*

Fuente: Elaboración propia (2022)

El primer acelerograma fue el del 03 de octubre de 1974 registrado en el Cercado de Lima.

En este caso, las coordenadas ingresadas fueron en dirección Este – Oeste del primer acelerograma.

Finalmente, el acelerograma escogido se visualiza en la Figura 56.



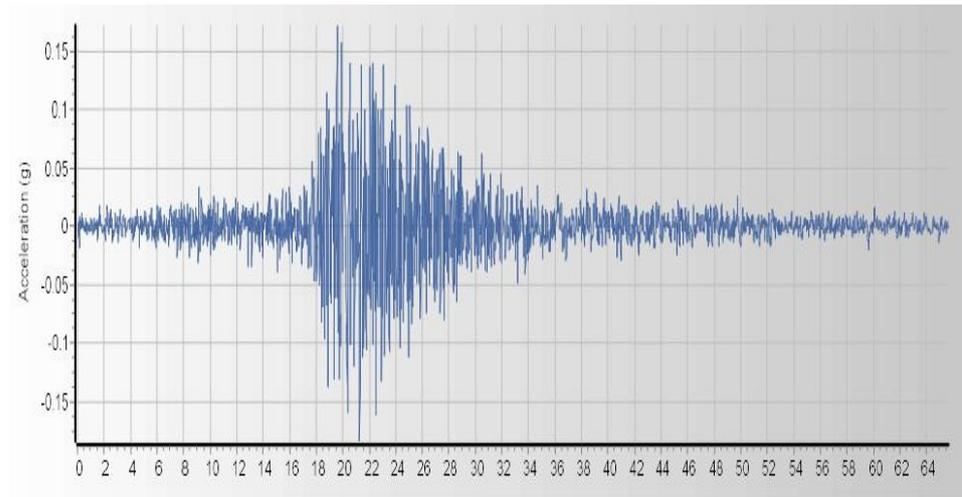
*Figura N 57: Segundo acelerograma de 1974*

Fuente: Elaboración propia (2022)

El segundo acelerograma escogido fue el del 03 de octubre de 1974 registrado en el Cercado de Lima.

En este caso, las coordenadas ingresadas fueron en dirección Norte – Sur del segundo acelerograma.

Finalmente, el acelerograma escogido se visualiza en la Figura 57.

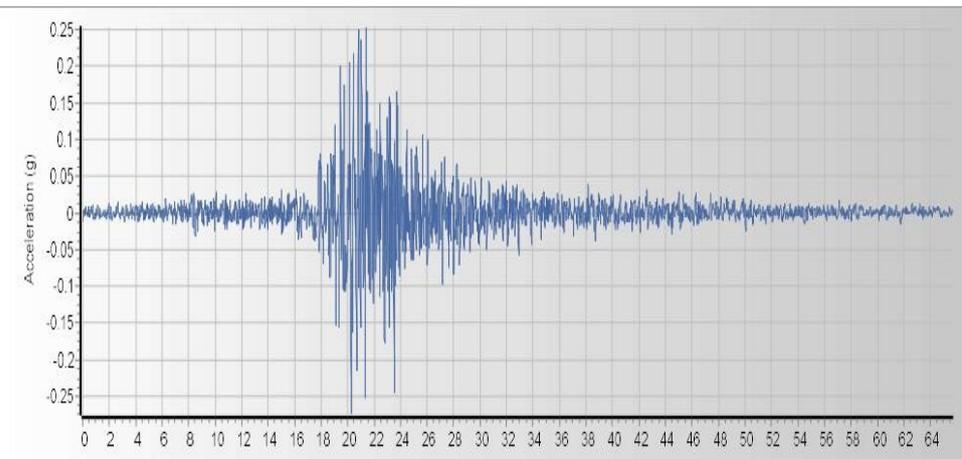


*Figura N 58:* Primer acelerograma de 1966  
Fuente: Elaboración propia (2022)

El primer acelerograma fue el del 17 de octubre de 1966 registrado en el Cercado de Lima.

En este caso, las coordenadas ingresadas fueron en dirección Este – Oeste del primer acelerograma.

Finalmente, el acelerograma escogido se visualiza en la Figura 58.



*Figura N 59:* Segundo acelerograma de 1966  
Fuente: Elaboración propia (2022)

El segundo acelerograma escogido fue el del 17 de octubre de 1966 registrado en el Cercado de Lima.

En este caso, las coordenadas ingresadas fueron en dirección Norte – Sur del segundo acelerograma.

Finalmente, el acelerograma escogido se visualiza en la Figura 59.

Cabe mencionar que, cuando se recopilaban los acelerogramas del CISMID, estos se encontraban en  $\text{cm/s}^2$ .

Es por ello que, para trabajarlos de forma correcta en el programa SeismoMatch, las unidades se cambiaron a  $m/s^2$ .

#### 5.1.20 Escalonamiento de acelerogramas

Sencico indica que, luego de corregir los tres acelerogramas, se deben escalar los seis acelerogramas ingresados al programa SeismoMatch.

De acuerdo a los pasos indicados en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, primero se calculó la aceleración espectral mostrada en la Figura 60.

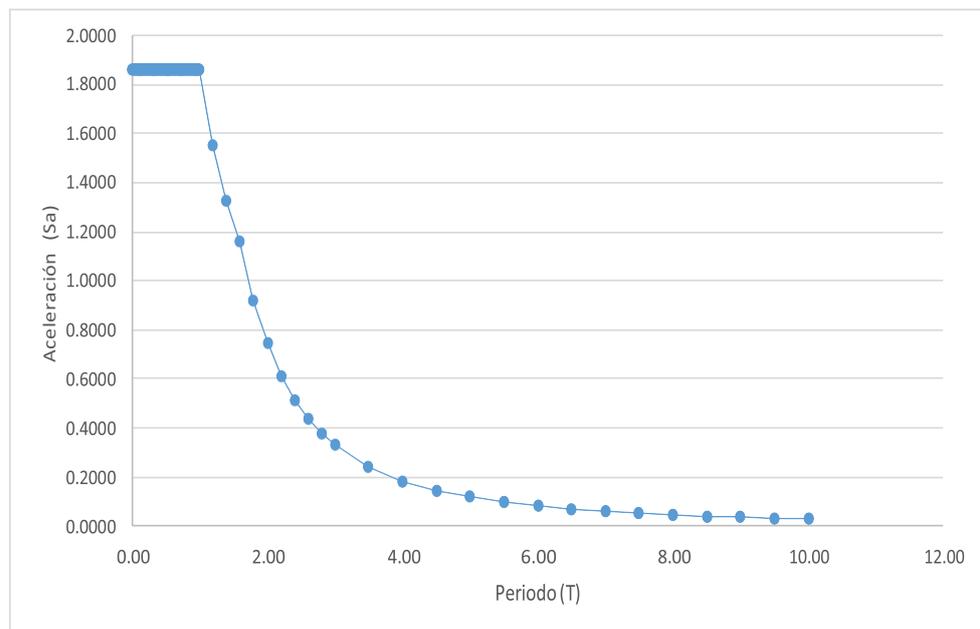


Figura N 60: Aceleración espectral  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Según lo mostrado en la Figura 60, el eje x representa los periodos, mientras que el eje y representa las aceleraciones.

Luego, la aceleración espectral calculada se ingresó al programa SeismoMatch. Pues esta escalará cada uno de los acelerogramas elegidos de acuerdo a lo mostrado en las Figuras 54, 55, 56, 57, 58 y 59.

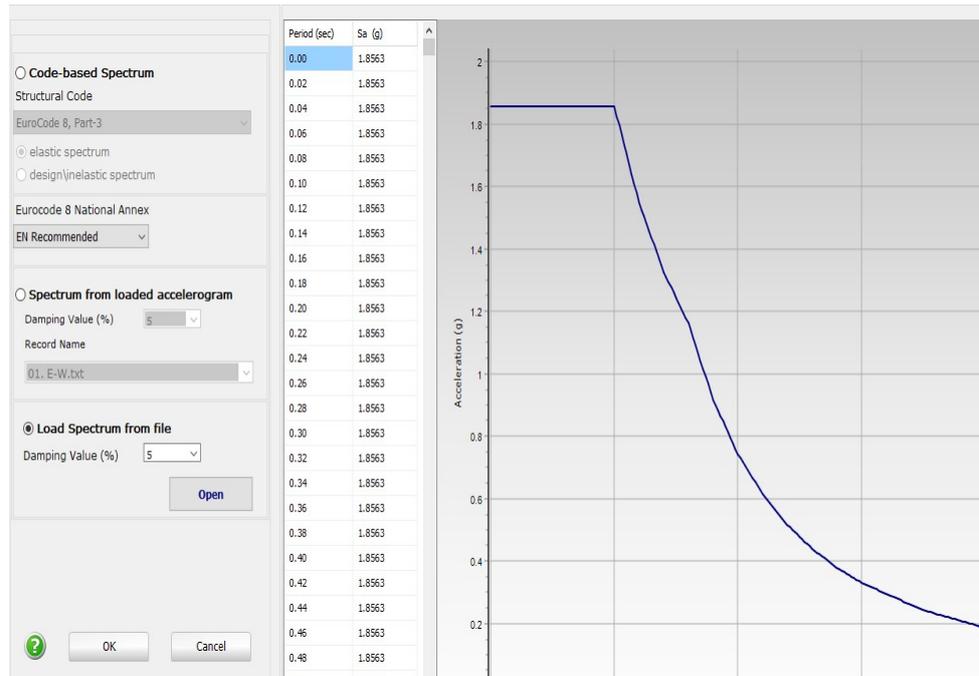


Figura N 61: Aceleración espectral en SeismoMatch  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 61, la línea azul representa la aceleración espectral.

Como siguiente paso, los seis acelerogramas fueron escalados mediante el programa SeismoMatch.

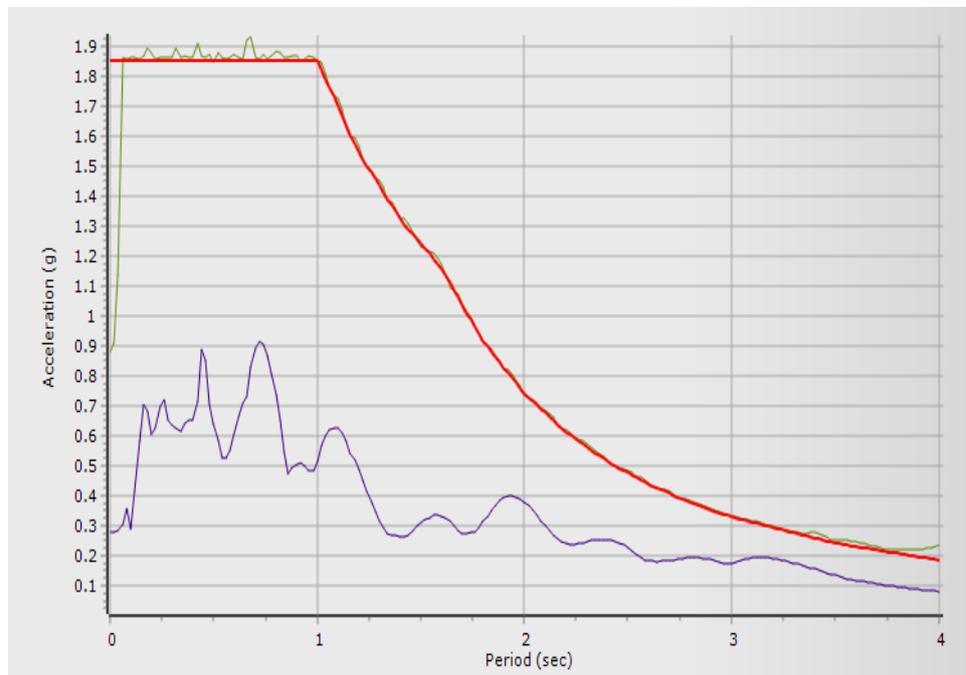


Figura N 62: Primer acelerograma escalado de 2007  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 62, la línea morada representa el acelerograma del 15 de agosto de 2007.

En el caso de la línea roja, esta representa la aceleración espectral calculada en la Figura 60.

Finalmente, la línea verde representa el acelerograma escalado en la dirección Este – Oeste.

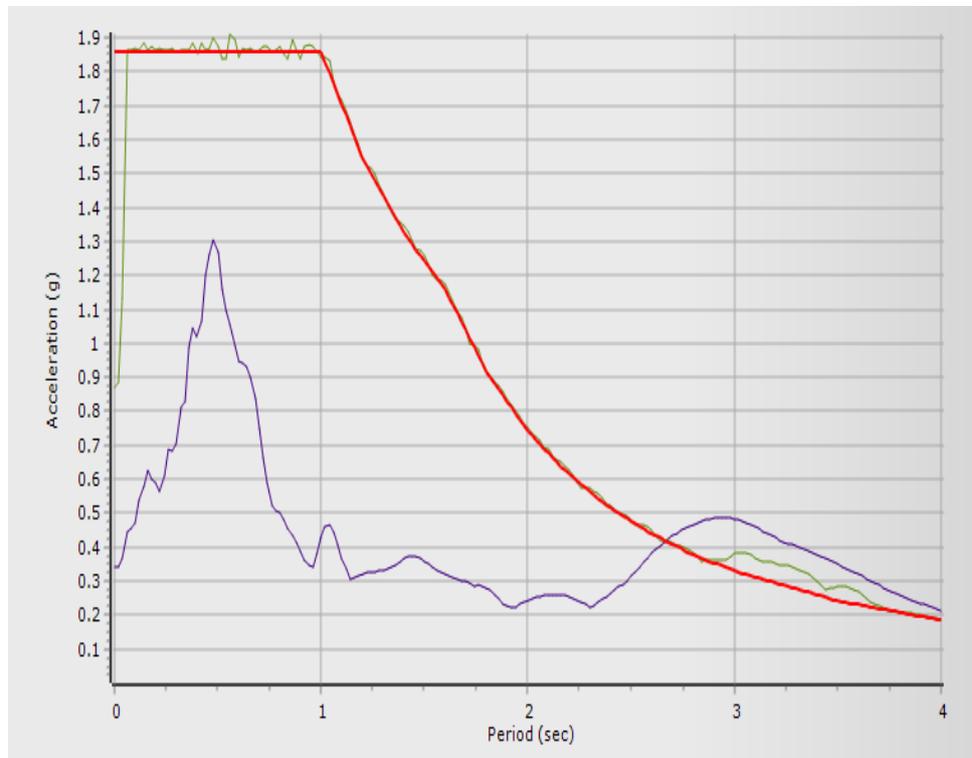


Figura N 63: Segundo acelerograma escalado de 2007  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 63, la línea morada representa el acelerograma del 15 de agosto de 2007.

En el caso de la línea roja, esta representa la aceleración espectral calculada en la Figura 60.

Finalmente, la línea verde representa el acelerograma escalado en la dirección Norte – Sur.

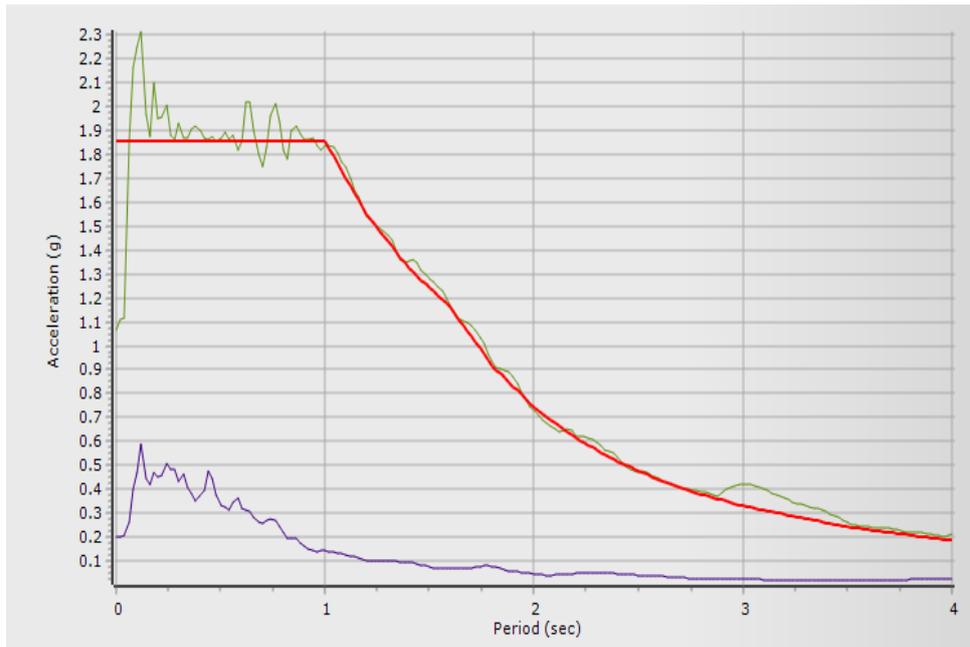


Figura N 64: Primer acelerograma escalado de 1974

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 64, la línea morada representa el acelerograma del 03 de octubre de 1974.

En el caso de la línea roja, esta representa la aceleración espectral calculada en la Figura 60.

Finalmente, la línea verde representa el acelerograma escalado en la dirección Este – Oeste.

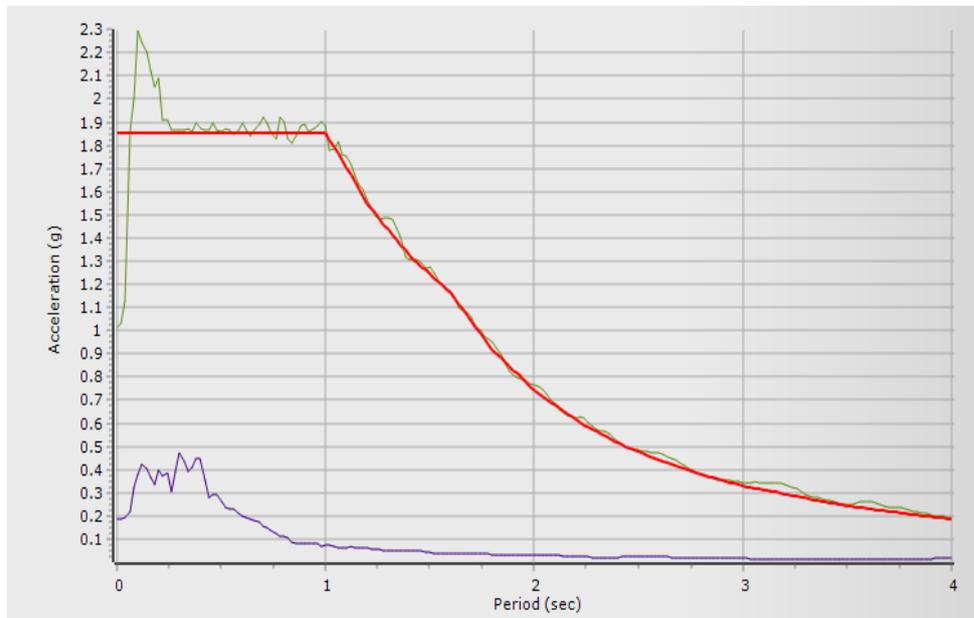


Figura N 65: Segundo acelerograma escalado de 1974

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 65, la línea morada representa el acelerograma del 03 de octubre de 1974.

En el caso de la línea roja, esta representa la aceleración espectral calculada en la Figura 60.

Finalmente, la línea verde representa el acelerograma escalado en la dirección Norte – Sur.

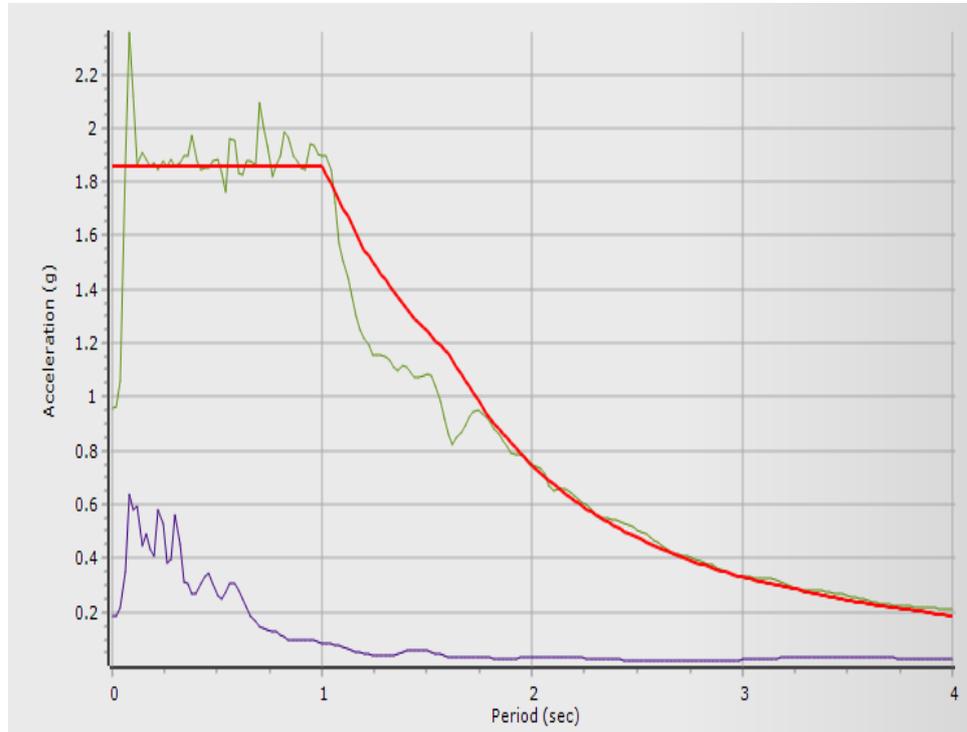


Figura N 66: Primer acelerograma escalado de 1966  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 66, la línea morada representa el acelerograma del 17 de octubre de 1966.

En el caso de la línea roja, esta representa la aceleración espectral calculada en la Figura 60.

Además, la línea verde representa el acelerograma escalado en la dirección Este – Oeste.

Finalmente, en la Figura 67, la línea morada representa el acelerograma del 17 de octubre de 1966.

En el caso de la línea roja, esta representa la aceleración espectral calculada en la Figura 60.

Finalmente, la línea verde representa el acelerograma escalado en la dirección Norte – Sur.

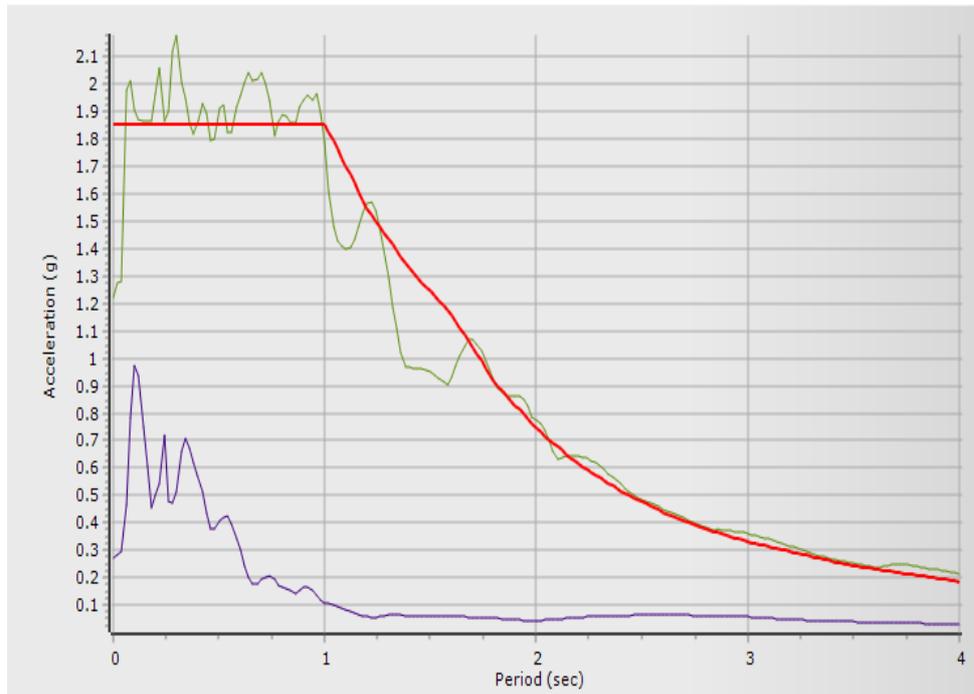


Figura N 67: Segundo acelerograma escalado de 1966  
 Fuente: Elaboración propia (2022)

Estos seis acelerogramas escalados afectarán al Pabellón A en cualquiera de los dos casos mostrados en las Figuras 68 y 69.

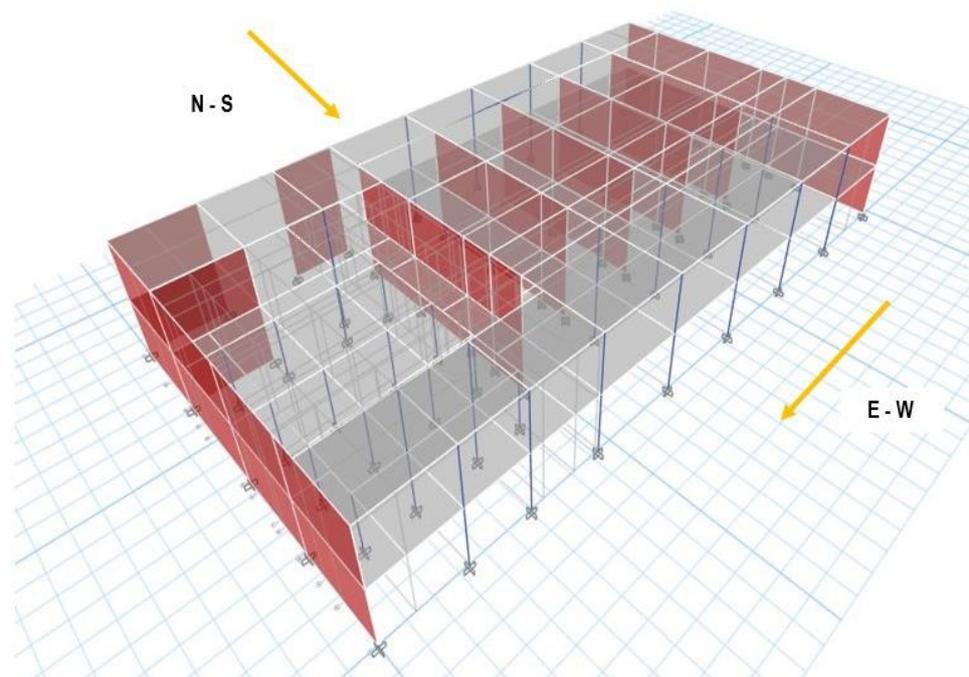


Figura N 68: Caso 1 al 100% del sismo e-w  
 Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la Figura 68, el primer caso se presenta cuando las coordenadas Este – Oeste del sismo actúan al 100 % en la dirección x.

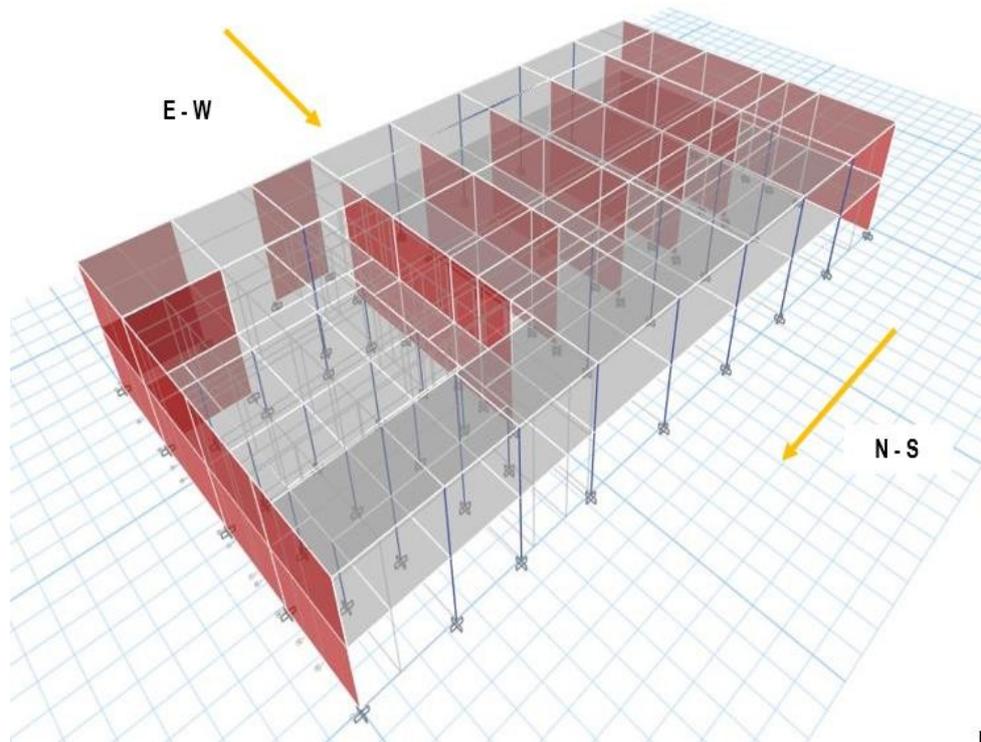


Figura N 69: Caso 2 al 100% del sismo n-s  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Caso contrario se visualiza en la Figura 69, donde las coordenadas Norte – Sur del sismo actúan al 100 % en la dirección y.

#### 5.1.21 Determinación del sismo de diseño

Para determinar el sismo de diseño, primero se realizó el análisis dinámico tiempo – historia con cada par de acelerogramas según lo mostrado en la Tabla 47.

Cabe mencionar que, durante el análisis dinámico con el espectro objetivo, las máximas derivas en el eje y fueron menores al límite de distorsión indicado por la Norma Técnica E.030.

Es por ello que, en este caso, solo se analizaron las máximas derivas en el eje x del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

En la Tabla 48 se visualizan las máximas derivas obtenidas del análisis tiempo – historia.

Tabla 48.

Máximas derivas escaladas

Piso	2007		1974		1966	
	E-W(m)	N-S(m)	E-W(m)	N-S(m)	E-W(m)	N-S(m)
Piso 2	0.0087	0.0081	0.0096	0.107	0.0088	0.0072
Piso 1	0.0048	0.0046	0.0055	0.0051	0.0050	0.0050

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 48, las máximas derivas obtenidas en el sismo de 1974 son las más semejantes a las máximas derivas con el espectro objetivo.

Por esta razón, el sismo de 1974 en dirección Este – Oeste fue elegido como el sismo de diseño

#### 5.1.22 Análisis tiempo – historia sin disipadores

Para realizar el análisis tiempo – historia sin la implementación de los disipadores, primero se ingresó el sismo de diseño elegido.

Después, se definió la función tiempo – historia según lo mostrado en la Figura 70. Esta función fue nombrada como E – W 1974, de acuerdo a la dirección y el año del acelerograma elegido.

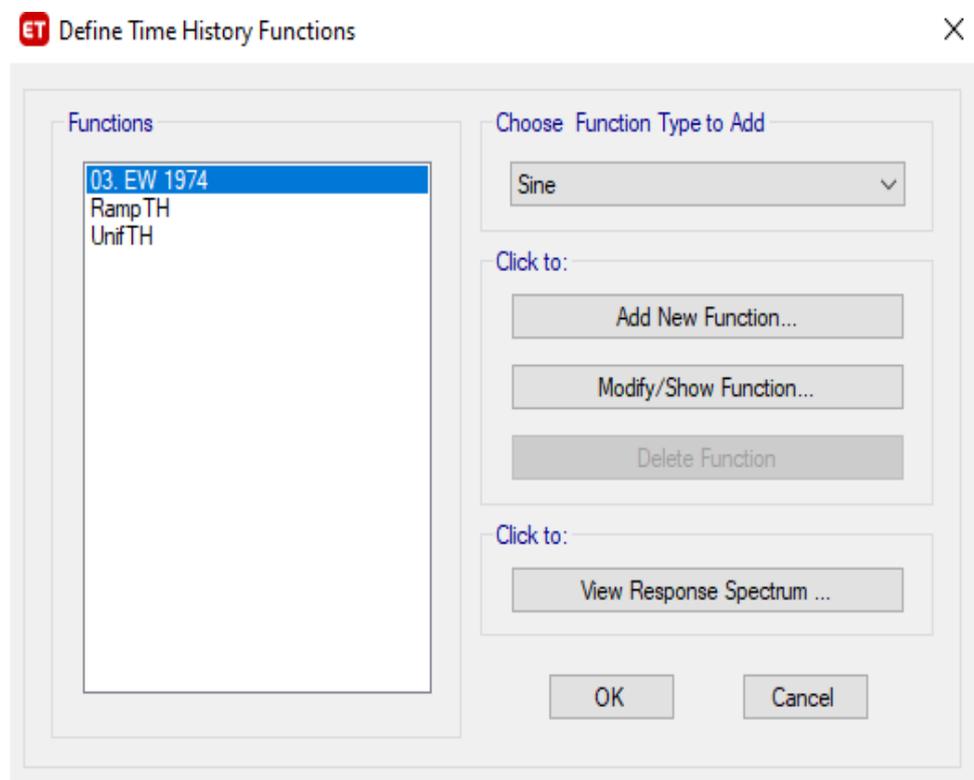


Figura N 70: Función e-w de 1974  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como siguiente paso, se creó el load case para la función E – W 1974. Este procedimiento se visualiza en la Figura 71.

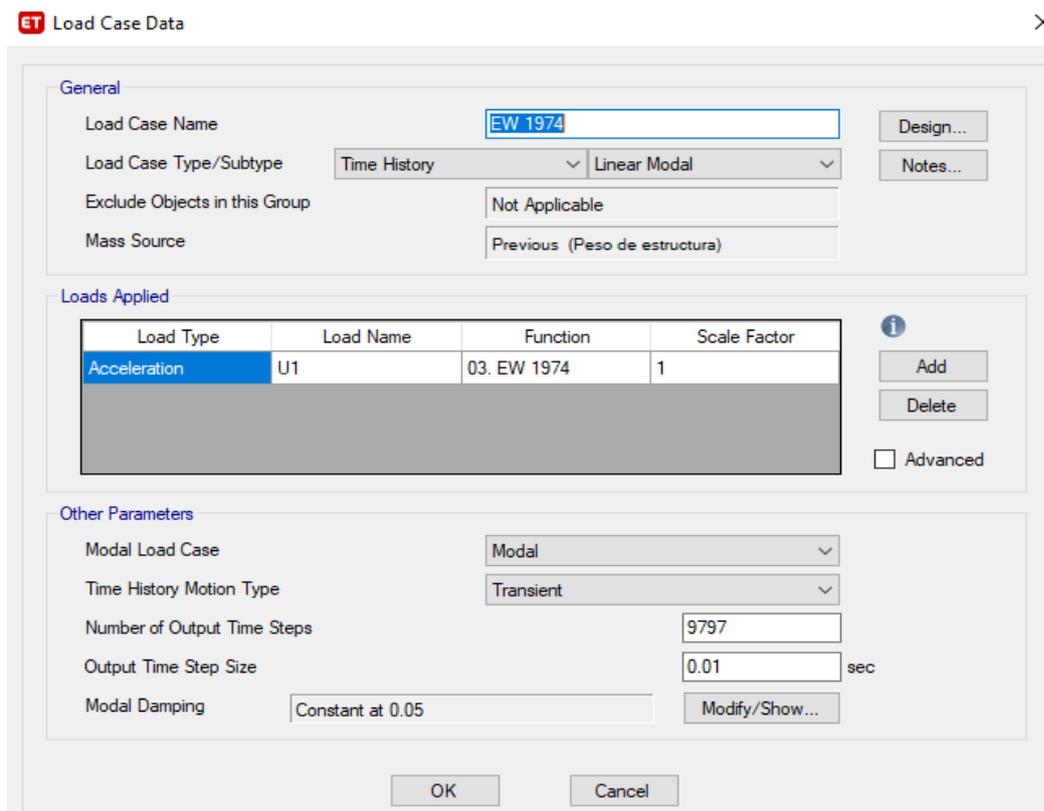


Figura N 71: Load case para sismo de 1974  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 71, el sismo se definió solo en la dirección x del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Después, se ingresó el número de puntos del acelerograma escogido.

Luego, se definió el intervalo de segundos de acuerdo al periodo del acelerograma.

Finalmente, se definió el modal damping para la función E – W 1974.

Finalizado el análisis tiempo – historia sin los disipadores de fluido viscoso, se recopilaron las máximas derivas del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Tabla 49.  
Derivas de entrepiso sin disipadores

Piso	Caso	Dirección	Este – Oeste (m)
Piso 2	E – W 1974	Eje x	0.0096
Piso 1	E – W 1974	Eje x	0.0055

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 49, las máximas derivas fueron mayores a 0.005 m., deriva objetivo para la presente tesis.

Finalizado el análisis tiempo – historia sin los disipadores de fluido viscoso, se recopilaron los máximos desplazamientos del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Estos se visualizan en la Figura 72 y la Tabla 50.

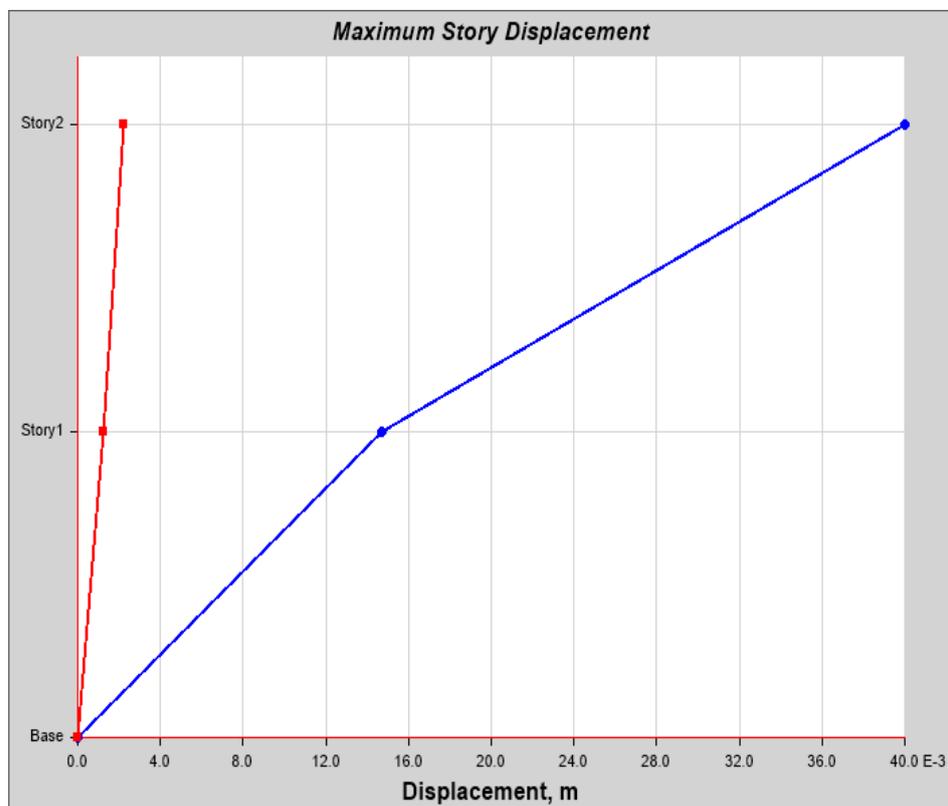


Figura N 72: Gráfico de desplazamientos en dirección x  
Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a la Figura 72, los máximos desplazamientos se representaron mediante la línea azul.

Tabla 50.  
Máximos desplazamientos en e-w

Piso	Caso	Dirección	Este – Oeste (m)
Piso 2	E – W 1974	Eje x	0.040
Piso 1	E – W 1974	Eje x	0.015

Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla 50, el máximo desplazamiento del primer piso fue 0.015 m., mientras que el máximo desplazamiento del segundo piso fue 0.040 m.

### 5.1.23 Propiedades de disipadores de fluido viscoso

Para realizar el análisis tiempo – historia con la implementación de los disipadores, primero se calcularon sus propiedades.

Estas propiedades se presentan a continuación.

a) Factor de reducción de respuesta (B)

Para calcular el factor de reducción de respuesta, se usó la Ecuación N 12.

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

Ecuación N 12: Ecuación para el factor B

Fuente: Elaboración propia (2022)

Primero se recopiló la máxima deriva del análisis tiempo – historia y luego, la deriva objetivo para la presente tesis.

Tabla 51.

Factor de reducción

Deriva	Valor
Objetivo	0.005
Máxima	0.096
B	1.92

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 51, el factor de reducción de respuesta fue de 1.92.

b) Amortiguamiento efectivo

Para calcular el amortiguamiento efectivo de los disipadores, se usó la Ecuación N 13.

$$B = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_{inh})}{2.31 - 0.41 \ln(B_{eff})}$$

Ecuación N 13: Ecuación para el amortiguamiento

Fuente: Elaboración propia (2022)

Primero se recopiló el factor de reducción de respuesta y luego, se calculó el amortiguamiento inherente de la estructura.

De acuerdo a lo indicado por los especialistas, se usó un amortiguamiento de 0.005.

Finalmente, estos dos valores se reemplazaron en la Ecuación N 13.

Tabla 52.

Amortiguamiento efectivo

Variable	Valor
B	1.920
B <sub>inh</sub>	0.005
B <sub>fect</sub>	0.340

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según lo mostrado en la Tabla 52, el valor del amortiguamiento efectivo fue 0.340.

c) Amortiguamiento viscoso

Para definir el amortiguamiento viscoso de los disipadores, se calculó la diferencia entre el amortiguamiento efectivo y el amortiguamiento inherente de la estructura.

Para ello, se definieron los valores indicados en la Tabla 53.

Tabla 53.

Amortiguamiento viscoso

Variable	Valor
B <sub>efect</sub>	0.05
B <sub>inh</sub>	0.34
B <sub>h</sub>	0.29

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según lo indicado en la Tabla 53, el valor del amortiguamiento viscoso fue 0.29.

d) Rigidez del brazo metálico

Para calcular las rigideces de los brazos metálicos para los disipadores, se usó la Ecuación N 14.

Cabe mencionar que, para el presente trabajo de investigación, se utilizaron dos brazos metálicos.

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

Ecuación N 14: Ecuación de rigidez

Fuente: Elaboración propia (2022)

Primero, se recopilaron los valores mostrados en la Tabla 54 y luego, se reemplazaron en la Ecuación N 14.

Tabla 54.

Rigideces de disipadores

Variable	Rigidez del brazo metálico 1	Rigidez del brazo metálico 2
L	3.55	4.08
E	20400000	20400000
A	0.02	0.02
K	105534.25	91933.18

Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla 54, la rigidez del brazo metálico 1 fue 105534.25 ton/m mientras que la rigidez del brazo metálico 2 fue 91933.18 ton/m.

e) Exponente de velocidad y parámetro lambda

Para calcular el parámetro lambda, se utilizaron los valores mostrados en la Tabla 55.

Tabla 55.  
Valores de lambda

A	$\lambda$
0.25	3.70
0.50	3.50
0.75	3.30
1.00	3.10

Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a lo observado en la Tabla 55, el parámetro lambda fue 3.50 debido a que el exponente de velocidad escogido fue 0.50.

f) Coeficiente de amortiguamiento

Para calcular los coeficientes de amortiguamiento para los disipadores, se utilizó la Ecuación N 15.

Cabe mencionar que, para el presente trabajo de investigación, se utilizaron dos coeficientes de amortiguamiento de acuerdo a la cantidad de disipadores.

$$\sum C_j = \frac{\beta h * 2\pi * A^{1-\alpha} * \omega^{2-\alpha} * (\sum M_i * \Phi_i^2)}{\lambda(\sum \Phi_j^{1+\alpha} * \cos \theta^{1+\alpha})}$$

Ecuación N 15. Ecuación del coeficiente de amortiguamiento

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como primer paso se recopilaron los valores mostrados en la Tabla 56.

Cabe indicar que estos valores fueron obtenidos del análisis tiempo – historia con el sismo de diseño.

Tabla 56.  
Valores iniciales de dispositivos

Variable	Dispositivo tipo 1	Dispositivo tipo 2
Bh	29.31	29.31
A	0.50	0.50
$\lambda$	3.50	3.50
$\Omega$	33.60	33.60
$\Theta$	38.45	33.69
A	0.04	0.04

Fuente: Elaboración propia (2022)

Después, se calcularon las masas y los desplazamientos en cada entrespacio del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Estos valores se muestran en las Tablas 57 y 58.

Tabla 57.

Masas de entrepiso

Piso	Masa (ton)
Piso 2	28.75
Piso 1	63.09

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se visualiza en la Tabla 57, la masa del primer piso fue 63.09 ton\*s<sup>2</sup>/ m, mientras que la masa del segundo piso fue 28.75 ton\*s<sup>2</sup>/ m.

Tabla 58.

Desplazamientos de entresijos

$\Phi_i$ (m)	$\Phi_{i+1}$ (m)	$\Phi_{rj}$ (m)
0.040	0.00	0.025
0.015	0.04	0.015

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según lo mostrado en la Tabla 58, se presentaron los máximos desplazamientos en cada entresijo.

Tabla 59.

Ángulos de inclinación

Variable	Dispositivo tipo 1	Dispositivo tipo 2
Cos( $\theta$ )	0.783	0.832

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como siguiente paso, se calcularon los ángulos de inclinación para cada disipador de fluido viscoso.

Finalmente, los valores anteriores se reemplazaron en la Ecuación N 15 para calcular los dos coeficientes de amortiguamiento.

Estos dos resultados se visualizan en la siguiente tabla.

Tabla 60.

Coefficientes de amortiguamiento

Variable	Dispositivo tipo 1	Dispositivo tipo 2
$\Sigma C_x$	303.89	277.50

Fuente: Elaboración propia (2022)

Cabe indicar que los coeficientes de amortiguamiento se dividieron entre la cantidad de dispositivos hidráulicos.

Para este cálculo se usó la Ecuación N 16.

$$C_x = \frac{\Sigma C_x}{N^\circ \text{ de disipadores en dirección } x}$$

Ecuación N 16: Coeficiente de amortiguamiento

Fuente: Elaboración propia (2022)

Finalmente, en la Tabla 61 se presentan todas las propiedades de los dispositivos de fluido viscoso.

Tabla 61.  
Resumen de propiedades de disipadores

Variable	Dispositivo tipo 1	Dispositivo tipo 2
$\Sigma C_x$	303.89	277.50
Número de disipadores	4.00	2.00
$C_x$	75.97	138.75
K	105534.25	91933.18
A	0.50	0.50

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 61, se consideraron cuatro disipadores tipo 1 y dos disipadores tipo 2.

Además, el coeficiente de amortiguamiento del dispositivo 1 fue 75.97 ton/m., mientras que el coeficiente de amortiguamiento del dispositivo 2 fue 138.75 ton/m.

#### 5.1.24 Análisis con disipadores de fluido viscoso

Para realizar el análisis tiempo – historia con la implementación de los disipadores, se utilizaron las propiedades de los disipadores de fluido viscoso mostrados en la Tabla 61.

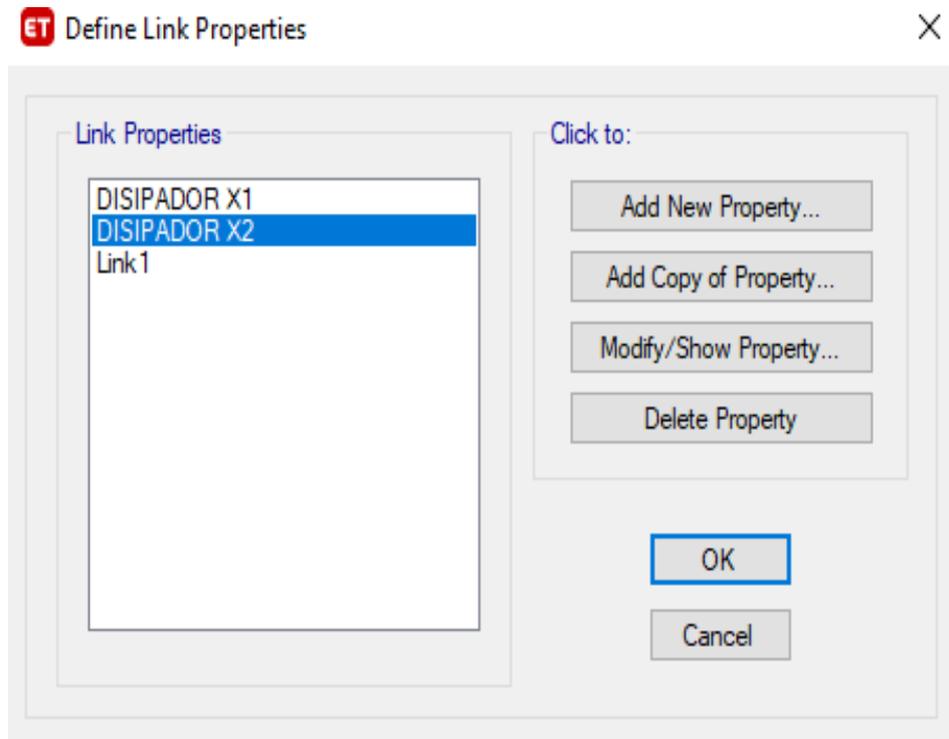


Figura N 73: Definición de propiedades  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 73, mediante el programa Etabs, se definieron las propiedades de cada dispositivo de fluido viscoso.

El dispositivo tipo 1 fue denominado como Disipador x1, mientras que el dispositivo tipo 2 fue denominado como Disipador x2.

Luego, se ingresaron las propiedades de los disipadores tipo 1 y tipo 2 indicadas en la Tabla 61.

En las Figuras 74 y 75, se muestra la manera en cómo se ingresaron las propiedades de los disipadores tipo 1 y tipo 2.

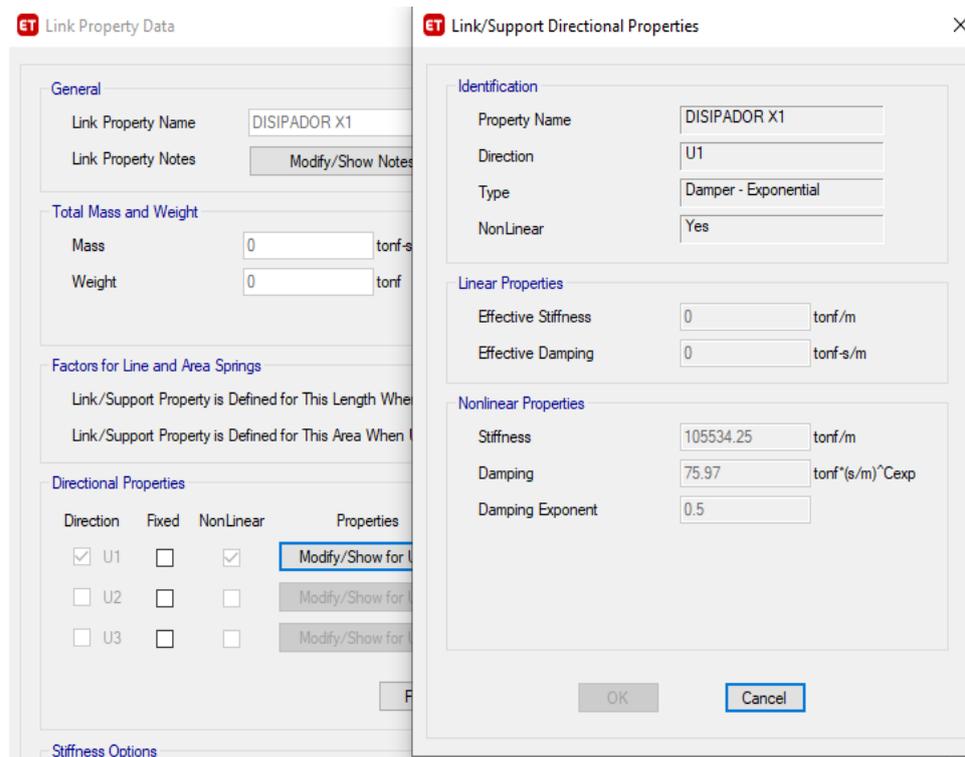


Figura N 74: Propiedades del dispositivo 1  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 74, el disipador de fluido viscoso tipo 1 se comportó de forma no lineal.

Además, la rigidez del Disipador x1 fue 105534.25 ton/m, mientras que el coeficiente de amortiguamiento fue 75.97 ton/m.

Finalmente, el exponente de velocidad fue 0.5.

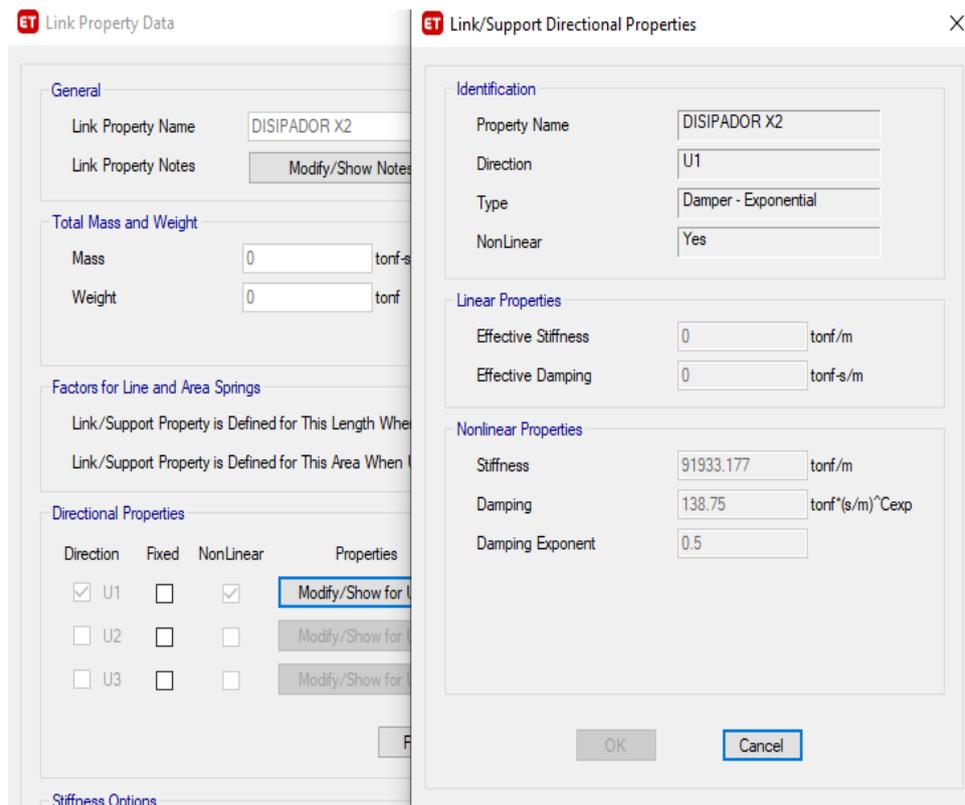


Figura N 75: Propiedades del dispositivo 2  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Según lo mostrado en la Figura 75, el disipador de fluido viscoso tipo 2 se comportó de forma no lineal.

Además, la rigidez del Disipador x2 fue 91933.17 ton/m, mientras que el coeficiente de amortiguamiento fue 138.75 ton/m.

Finalmente, el exponente de velocidad fue 0.5.

Como siguiente paso, se modificó el load case para el sismo elegido en la dirección x del Pabellón A.

En la Figura 76 se visualiza el load case modificado según el tipo de análisis indicado por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

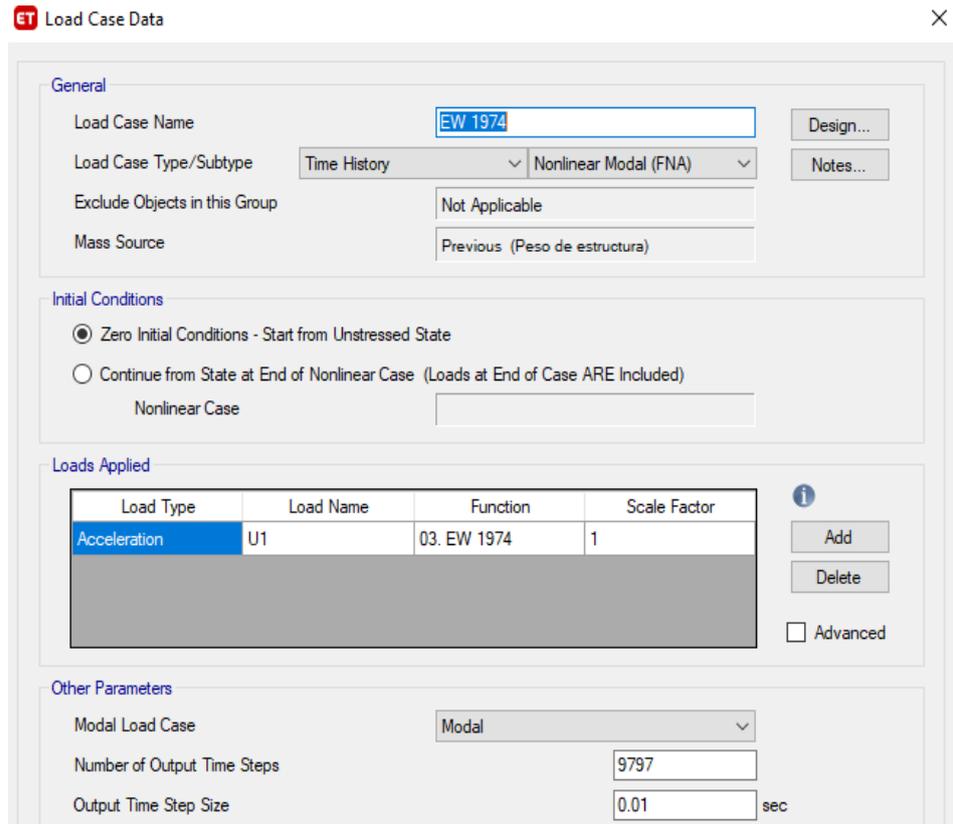


Figura N 76: Load case para análisis dinámico  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Finalmente, los disipadores de fluido viscoso tipo 1 y 2 se ubicaron en el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Se recuerda que los disipadores de fluido viscoso solo se colocaron en el eje x de la edificación existente. Pues en esta dirección, las máximas derivas no cumplían con el límite de distorsión indicado por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.



Figura N 77: Vista en elevación 1-1  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 77, los dispositivos de fluido viscoso tipo 1 y 2 se ubicaron en el primer y segundo nivel del eje 1 – 1 del Pabellón A.

En el caso de los disipadores de fluido viscoso tipo 1 se usaron dos en el lado izquierdo del eje 1 – 1.

Para el caso de los disipadores tipo 2, solo se usó uno en el lado derecho del eje 1 – 1.



Figura N 78: Vista en elevación 12-12  
Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a lo mostrado en la Figura 78, los dispositivos de fluido viscoso tipo 1 se ubicaron en el primer y segundo nivel del eje 12 – 12 del Pabellón A.

En el caso de los disipadores de fluido viscoso tipo 1 solo se usaron dos en el lado izquierdo del eje 12 – 12.

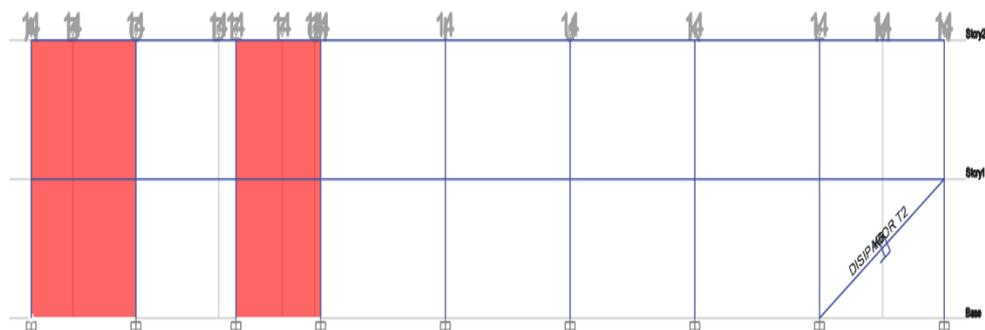


Figura N 79: Vista en elevación 14-14  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Finalmente, en la Figura 79 se observa el uso de un disipador de fluido viscoso tipo 2 en el primer nivel del eje 14 – 14 del Pabellón A.

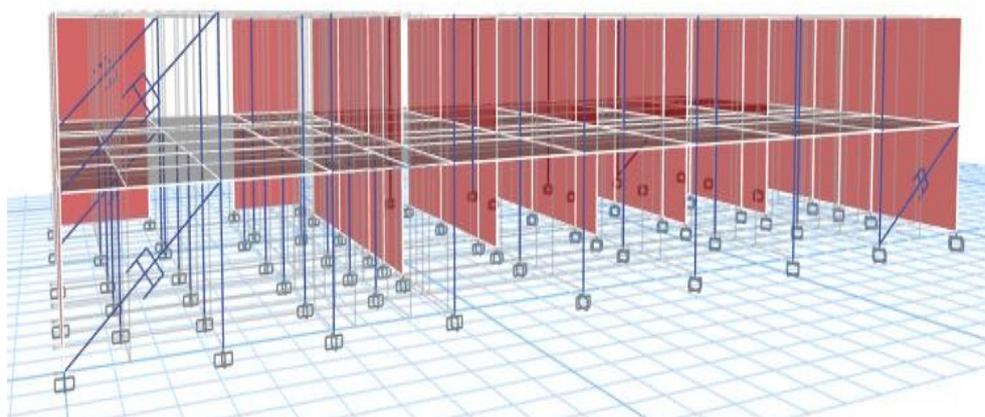


Figura N 80: Ubicación de disipadores  
Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 80 se presenta la disposición final de los disipadores de fluido viscoso implementados al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Finalizado el análisis tiempo – historia con los disipadores de fluido viscoso, se recopilaron las máximas derivas del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Tabla 62.  
Máximas derivas con disipadores

Piso	Caso	Dirección	Este – Oeste (m)
Piso 2	E – W 1974	Eje x	0.0064
Piso 1	E – W 1974	Eje x	0.0037

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 62, la máxima deriva del primer piso fue 0.0037 m., mientras que la máxima deriva del segundo piso fue 0.0064 m.

Finalizado el análisis tiempo – historia con los disipadores de fluido viscoso, se recopilaron los máximos desplazamientos del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Tabla 63.  
Máximos desplazamientos con disipadores

Piso	Caso	Dirección	Este – Oeste (m)
Piso 2	E – W 1974	Eje x	0.023
Piso 1	E – W 1974	Eje x	0.010

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 62, el máximo desplazamiento del primer piso fue 0.010 m., mientras que el máximo desplazamiento del segundo piso fue 0.023 m.

## 5.2 Análisis de resultados

En el presente ítem, se analizaron los resultados obtenidos del análisis estático y los análisis dinámicos.

### 5.2.1 Análisis estático – dinámico modal espectral

En la Tabla 64 se muestran las derivas obtenidas luego de finalizar el análisis dinámico al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Tabla 64.  
Verificación de derivas

Piso	Caso	Deriva elástica (m)	Deriva inelástica (m)	Normativa E.030
Piso 2	Sdx	0.0016	0.0085	No cumple
Piso 1	Sdx	0.0009	0.0048	Sí cumple
Piso 2	Sdy	0.0005	0.0010	Sí cumple
Piso 1	Sdy	0.0004	0.0017	Sí cumple

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se muestra en la Tabla 64, la máxima deriva del segundo piso fue 0.0085 m., valor mayor al límite de distorsión indicado por la norma E.030. En la dirección y, todas las derivas son menores al límite de distorsión indicado por la norma E.030.

Por ello, los siguientes cálculos se centraron en solo disminuir las derivas ubicadas en el eje x del centro educativo.

### 5.2.2 Modos de vibración

Para la presente verificación se recopilamos los resultados mostrados en la Tabla 65.

Tabla 65.  
Verificación de modos de vibración

Caso	Dirección	Estático (%)	Dinámico (%)	Normativa E.30
Modal	Eje x	99.96	96.39	Sí cumple
Modal	Eje y	99.21	92.83	Sí cumple

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 63, todos los resultados obtenidos cumplen con lo indicado por la norma técnica E.030. Pues estos son mayores al 90 %.

### 5.2.3 Fuerza cortante mínima

Para la verificación de la fuerza cortante mínima se recopilamos los resultados mostrados en la Tabla 66.

La norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente indica que la fuerza cortante dinámica no debe ser menor que el 90 % de la fuerza cortante estática.

Tabla 66.  
Verificación de cortante mínima

Dirección	Cortante estática (ton)	Cortante dinámica (ton)	$S_d/S_e$	¿Cumple?
Eje x	309.64	276.89	0.894	No cumple
Eje y	619.18	545.56	0.881	No cumple

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 66, las fuerzas cortantes dinámicas son menores que el 90 % de las fuerzas cortantes estáticas.

Es por ello que, en cada dirección, las fuerzas cortantes dinámicas fueron escaladas.

#### 5.2.4 Análisis dinámico con espectro objetivo

Luego de finalizar el análisis dinámico con el espectro objetivo, se muestran las máximas derivas obtenidas en el eje x de la edificación existente.

Tabla 67.

Máximas derivas con espectro objetivo

Piso	Deriva x (m)	Límite (m)	¿Cumple?
Piso 2	0.013	0.007	No cumple
Piso 1	0.007	0.007	Sí cumple

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 67, la máxima deriva del segundo piso es mayor al límite de distorsión, mientras que la máxima deriva del primer piso es igual al límite de distorsión para estructuras de concreto armado.

#### 5.2.5 Sismo de diseño

Luego de realizar el análisis dinámico tiempo – historia con cada par de acelerogramas, se muestran las máximas derivas obtenidas en cada entrepiso.

Tabla 68.

Máximas derivas con acelerogramas

Piso	2007		1974		1966	
	E-W(m)	N-S(m)	E-W(m)	N-S(m)	E-W(m)	N-S(m)
Piso 2	0.0087	0.0081	0.0096	0.107	0.0088	0.0072
Piso 1	0.0048	0.0046	0.0055	0.0051	0.0050	0.0050

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se muestra en la Tabla 68, el sismo de 1974 presentó las máximas derivas en cada entrepiso. Por ello, el sismo de diseño elegido fue el de 1974 en dirección e-w.

#### 5.2.6 Análisis tiempo – historia sin disipadores

En la Tabla 69 se muestran las máximas derivas obtenidas del análisis tiempo – historia sin la implementación de los disipadores.

Tabla 69.

Verificación de derivas según E.030

Piso	Caso	Dirección	Este – Oeste (m)	Normativa E.030
Piso 2	E-W 1974	Eje x	0.0096	No cumple
Piso 1	E-W 1974	Eje x	0.0055	Sí cumple

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 69, la máxima deriva del primer piso fue la única que cumplió con lo indicado por la norma E.030.

En la Tabla 70 se muestran los máximos desplazamientos obtenidos del análisis tiempo – historia sin la implementación de los disipadores.

Tabla 70.

Desplazamientos en dirección x

Piso	Caso	Dirección	Este – Oeste (m)
Piso 2	E – W 1974	Eje x	0.040
Piso 1	E – W 1974	Eje x	0.015

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 70, el máximo desplazamiento del primer piso fue mucho menor al máximo desplazamiento del segundo piso.

### 5.2.7 Propiedades de disipadores de fluido viscoso

En la Tabla 71 se muestran las propiedades de los disipadores de fluido viscosos implementados al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Tabla 71.

Propiedades finales de dispositivos

Variable	Disipador tipo 1	Disipador tipo 2
K	105534.25	91933.18
C <sub>x</sub>	75.97	138.75
A	0.50	0.50

Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Tabla 71, se implementaron seis disipadores de fluido viscoso. Además, estos contaron con el perfil metálico tipo HSS 20 x 0.500.

Finalmente, se menciona que se implementaron cuatro dispositivos tipo 1 y dos dispositivos tipo 2.

### 5.2.8 Análisis tiempo – historia con disipadores

Luego de finalizar el análisis tiempo – historia con la implementación de los disipadores, se presentan los siguientes resultados.

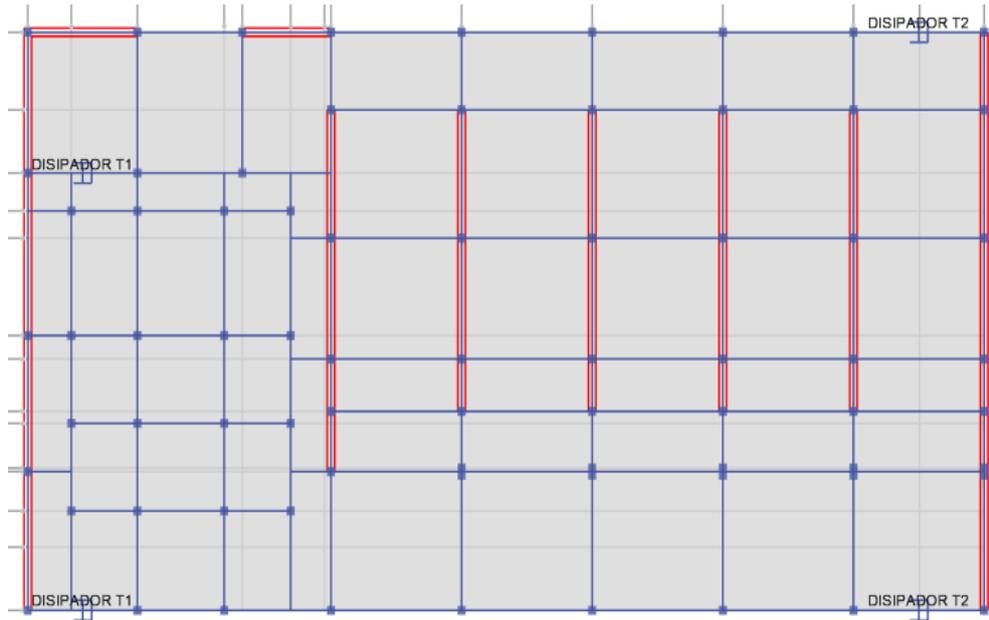


Figura N 81: Vista 1 en planta con disipadores  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 81, se colocaron cuatro disipadores de fluido viscoso en el primer nivel de la edificación.

En el lado izquierdo se observan dos disipadores tipo 1 mientras que en el lado derecho se observan dos disipadores tipo 2.

Cabe mencionar que la disposición de los disipadores fue diagonal de izquierda a derecha, ya que, en la dirección contraria, las máximas derivas se incrementaron.

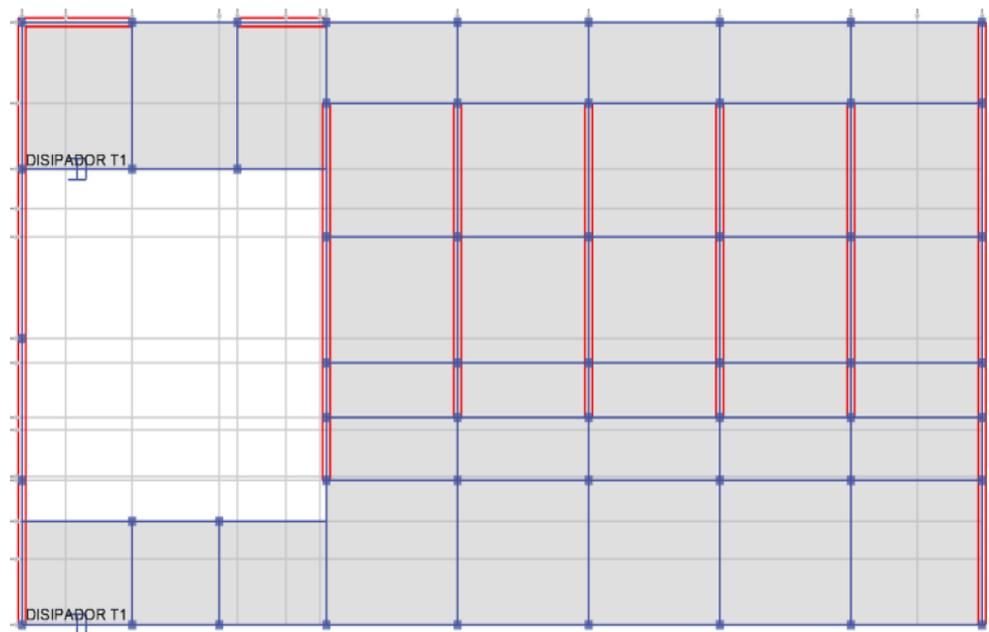


Figura N 82: Vista 2 en planta con disipadores  
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la Figura 82, se colocaron dos disipadores de fluido viscoso en el segundo nivel de la edificación.

En la Tabla 72 se muestra la fuerza cortante en la base obtenida del análisis tiempo – historia con la implementación de los disipadores.

Tabla 72.

Comparación de fuerzas cortantes

Análisis dinámico	Dirección	Fuerza cortante (ton)	Reducción
Espectro objetivo	Eje x	2169.35	55.70%
Con disipadores	Eje x	960.98	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la comparación mostrada en la Tabla 72, la fuerza cortante en la base se reduce en 55.70 %.

En las Tablas 73 y 74 se muestran las máximas derivas obtenidas del análisis tiempo – historia con la implementación de los disipadores.

Tabla 73.

Comparación de máximas derivas

Análisis dinámico	Dirección	Piso	Deriva (m)	Reducción
Espectro objetivo	Eje x	Piso 2	0.0125	49.37%
Con disipadores	Eje x	Piso 2	0.0064	
Espectro objetivo	Eje x	Piso 1	0.0069	45.81%
Con disipadores	Eje x	Piso 1	0.0037	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la comparación mostrada en la Tabla 73, la máxima deriva del segundo piso se reduce en un 49.37 % mientras que la máxima deriva del primer piso se reduce en un 45.81 %.

Tabla 74.  
Máximas derivas con disipadores

Análisis dinámico	Dirección	Piso	Deriva (m)	Reducción
Sin disipadores	Eje x	Piso 2	0.0096	33.76%
Con disipadores	Eje x	Piso 2	0.0064	
Sin disipadores	Eje x	Piso 1	0.0055	31.38%
Con disipadores	Eje x	Piso 1	0.0370	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la comparación mostrada en la Tabla 74, la máxima deriva del segundo piso se reduce en un 33.76 % mientras que la máxima deriva del primer piso se reduce en un 31.38 %.

En las Tablas 75 y 76 se muestran las máximas derivas obtenidas del análisis tiempo – historia con la implementación de los disipadores.

Tabla 75.  
Comparación de máximos desplazamientos

Análisis dinámico	Dirección	Piso	Desplazamiento (m)	Reducción
Espectro objetivo	Eje x	Piso 2	0.0511	54.65%
Con disipadores	Eje x	Piso 2	0.0232	
Espectro objetivo	Eje x	Piso 1	0.0186	47.09%
Con disipadores	Eje x	Piso 1	0.0099	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la comparación mostrada en la Tabla 75, el máximo desplazamiento del segundo piso se reduce en un 54.65 % mientras que el máximo desplazamiento del primer piso se reduce en un 47.09 %.

Tabla 76.  
Máximos desplazamientos con disipadores

Análisis dinámico	Dirección	Piso	Desplazamiento (m)	Reducción
Sin disipadores	Eje x	Piso 2	0.040	42.06%
Con disipadores	Eje x	Piso 2	0.023	
Sin disipadores	Eje x	Piso 1	0.015	33.00%
Con disipadores	Eje x	Piso 1	0.010	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la comparación mostrada en la Tabla 76, el máximo desplazamiento del segundo piso se reduce en un 42.06 % mientras que el máximo desplazamiento del primer piso se reduce en un 33.00 %.

### 5.3 Contrastación de hipótesis

#### a) Hipótesis general:

La norma E.030 Diseño Sismorresistente indica que toda institución educativa no debe presentar irregularidades estructurales.

De acuerdo a los resultados de los análisis estáticos y dinámicos, se observa que el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca presenta la irregularidad de masa y la irregularidad torsional.

Por ello se indica que el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca presenta un comportamiento irregular en sus dos direcciones.

Por otra parte, al finalizar el análisis tiempo – historia con los disipadores, las máximas derivas en el eje x fueron menores al límite de distorsión indicado por la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Por estas dos razones, la hipótesis general se demostró de manera parcial.

#### b) Hipótesis específica 1:

La norma técnica E.030 indica que el Pabellón A del Centro Educativo no debe presentar ninguna irregularidad estructural debido a que esta es una institución educativa.

De acuerdo a los resultados del análisis dinámico modal espectral, el Pabellón A del Centro Educativo Salamanca presentó dos irregularidades estructurales. Estas fueron la irregularidad de masa y la irregularidad torsional.

Por ello se indica que la edificación existente no cumple con lo indicado por la Norma Técnica E.030.

Por otra parte, la norma técnica E.030 indica que las fuerzas cortantes dinámicas no deben ser menor que el 90 % de las fuerzas cortantes estáticas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, esta condición no cumplió en ningún eje del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Pues en el eje x, la relación entre la cortante dinámica y la estática fue 0.894, mientras que, en el eje y, fue 0.881.

Finalmente, la norma indica que la suma de las masas efectivas debe ser el 90 % de la masa total.

En este caso, en el eje x, los modos de vibración fueron 99.96 % y 96.39 % mientras que, en el eje y fueron 99.21 % y 92.83 %.

Como se observa, los cuatro modos cumplieron lo indicado por la norma técnica E.030.

Finalmente, se indica que la hipótesis específica 1 no se cumplió en su totalidad.

c) Hipótesis específica 2:

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis sísmicos, la fuerza cortante basal con el espectro objetivo fue 2169.35 ton., mientras que la fuerza cortante basal con los disipadores fue 960.98 ton.

Comparando estas dos, se observa que la fuerza cortante basal se redujo en un 55.70 % cuando se implementaron los disipadores al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Debido a ello se indica que la hipótesis sí se cumplió en su totalidad.

d) Hipótesis específica 3:

Según los resultados obtenidos de los análisis sísmicos, las máximas derivas no se redujeron en un 50 % cuando se implementaron los disipadores al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.

Pues, la máxima deriva del primer piso se redujo en un 31.38 % cuando se implementaron los disipadores de fluido viscoso.

En el caso de la máxima deriva del segundo piso, esta se redujo en un 33.76 % cuando se implementaron los disipadores de fluido viscoso.

Cabe mencionar que la máxima deriva del primer piso fue 0.0037 m., mientras que la máxima deriva del segundo piso fue 0.0064 m.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que las máximas derivas fueron menores al límite de distorsión indicado por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Finalmente, se indica que la hipótesis específica 3 se cumplió de manera parcial.

## CONCLUSIONES

1. El Centro Educativo Salamanca presentó un comportamiento estructural de tipo irregular según los resultados obtenidos del análisis estático y el análisis dinámico modal espectral. Ello debido a que, en la dirección x, se presentaron dos irregularidades estructurales, mientras que, en la dirección y, se presentó una irregularidad estructural.
2. Luego de finalizar el análisis dinámico, se concluyó que, en la dirección x, la máxima deriva del segundo piso fue superior al límite de distorsión, mientras que, en la dirección y, las máximas derivas fueron menores al límite de distorsión indicado por la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.
3. El eje escogido para la ubicación de los dispositivos de fluido viscoso fue el eje x del Centro Educativo Salamanca, debido a que en este se presentaron las máximas derivas de entrepiso luego de finalizar los análisis estructurales al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.
4. Luego de finalizar los análisis tiempo – historia, se concluyó que las máximas derivas del eje x se redujeron en un 30 % cuando se implementaron los disipadores de fluido viscoso al Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.
5. Según los resultados del análisis de control de fisuración, se concluyó que los muros portantes del eje y presentaron fisuras durante un sismo moderado.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una reestructuración en los dos ejes del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca para que, así, la edificación existente no presente irregularidades estructurales.
2. Se recomienda brindar una alternativa de solución para los muros de albañilería confinada que presentaron fisuración durante el análisis dinámico por sismo moderado.
3. Se recomienda realizar un análisis costo – beneficio con otra alternativa de solución para disminuir las máximas derivas del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca.
4. Para futuras investigaciones, se recomienda tener los planos arquitectónicos y estructurales actualizados a la fecha para así, no retrasar las entregas de los avances parciales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcocer, S., Muriá, D. (2021). *Rehabilitación sísmica de la infraestructura física educativa de México*. (Guía técnica). Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México – México.
- Apaza, G. (2021). *Influencia de la aplicación de disipadores de fluido viscoso como reforzamiento estructural del Palacio Municipal en el distrito de Miraflores, Arequipa 2021*. (Tesis para título profesional). Universidad Privada del Norte, Lima – Perú.
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Cáceres, G., Pichihua, N. (2019). *Reforzamiento antisísmico en hospitales utilizando amortiguadores de fluido viscoso*. (Tesis de bachiller). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú.
- Cundumí, O. (2005). *A Variable Damping Semiactive Device for Control of the Seismic Response of Building*. (Tesis de bachiller). Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez – Puerto Rico.
- Esteban, N. (2018). *Tipos de investigación*. Lima, Perú: Universidad Santo Domingo de Guzmán.
- Gómez, D. (2020). *Evaluación del coeficiente de disipación de energía  $R$  en edificaciones de concreto reforzado con disipadores de energía viscosos ubicados en zona de amenaza sísmica alta*. (Trabajo final de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá – Colombia.
- Hart, G., Wong, K. (2000). *Structural Dynamics for Structural Engineers*. New York, Estados Unidos: Wiley.
- Hernández, M., Montesinos, O. (2019). *Análisis sísmico con disipadores de energía tipo viscoso como propuesta de reforzamiento del pabellón A modelo 780 del colegio N° 2141*. (Tesis de bachiller). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú.

- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México, México: McGraw – Hill.
- Ibero Tijuana. (2020). ¿Qué es la investigación aplicada y cuáles son sus principales características? Recuperado de <https://blogposgrados.tijuana.ibero.mx/investigacion-aplicada/#:~:text=El%20cient%C3%ADfico%20Keith%20Stanovich%20afirm%C3%B3,en%20pr%C3%A1ctica%20el%20conocimiento%20te%C3%B3rico.>
- INDECI. Compendio estadístico de prevención y atención de desastres sísmicos ocurridos en el Perú del INDECI 2006. Recuperado de [https://www.indeci.gob.pe/compend\\_estad/2006/7\\_otras\\_estad/7.1\\_sismos/7.1.4\\_hist\\_sismos.pdf](https://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2006/7_otras_estad/7.1_sismos/7.1.4_hist_sismos.pdf)
- Kelly, T. (2001). *Earthquake Engineering Structural Dynamics*. New York, Estados Unidos: Wiley.
- Kerlinger, F., Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales*. Ciudad de México, México: McGraw – Hill.
- MINEDU (2016). Por una educación con dignidad. Inversión en infraestructura educativa 2011 – 2016. Recuperado de <http://www.minedu.gob.pe/p/pdf/inversion-en-infraestructura-educativa-2011%E2%80%932016.pdf>
- Morales, N. y Zavala, C. (2008). *Terremotos en el litoral central del Perú: ¿Podría ser Lima el escenario de un futuro desastre?*. Lima, Perú: Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública.
- Pino, R. (2007). *Metodología de la investigación*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Sencico (2018). Norma técnica E.030 diseño sismorresistente. Recuperado de <https://perfilessuelos.Sencico.gob.pe/RM-355-2018-VIVIENDA.pdf>
- Supe, F. (2021). *Análisis del desempeño estructural de la tipología edificios públicos con el uso de amortiguadores viscoelásticos*. (Trabajo experimental previo a obtención de título). Universidad Técnica Ambato, Ambato – Ecuador

Tamayo, M. (2003). *El proceso de investigación científica*. Ciudad de México, México: Noriega editores

Tavera, H. (2018). Perú, un país altamente sísmico. Recuperado de <https://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico/>

Taylor, D. (Ed.). (2020). *Fluid Viscous Dampers. General Guidelines for Engineers*. New York, Estados Unidos: Editorial Taylor Devices Incl.

## ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de actividades

IMPLEMENTACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO COMO REFORZAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL PABELLÓN A DEL CENTRO EDUCATIVO SALAMANCA EN EL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO							
CAPÍTULOS	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Capítulo I							
Planteamiento del problema							
Capítulo II							
Marco teórico							
Capítulo III							
Sistema de hipótesis							
Capítulo IV							
Metodología de la investigación							
Capítulo V							
Conclusiones y recomendaciones							

Fuente: Elaboración propia (2022)

Anexo 2: Presupuesto

	Actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario S/	Precio parcial S/
1.00	Programación de titulación	glb	1.00	7,700.00	7,700.00
2.00	Visitas técnicas	glb	1.00	320.00	320.00
3.00	Libros y normas técnicas	glb	1.00	180.00	180.00
4.00	Impresiones	glb	1.00	150.00	150.00
5.00	Impresión de borrador de tesis	glb	1.00	100.00	100.00
				Costo directo	8,450.00

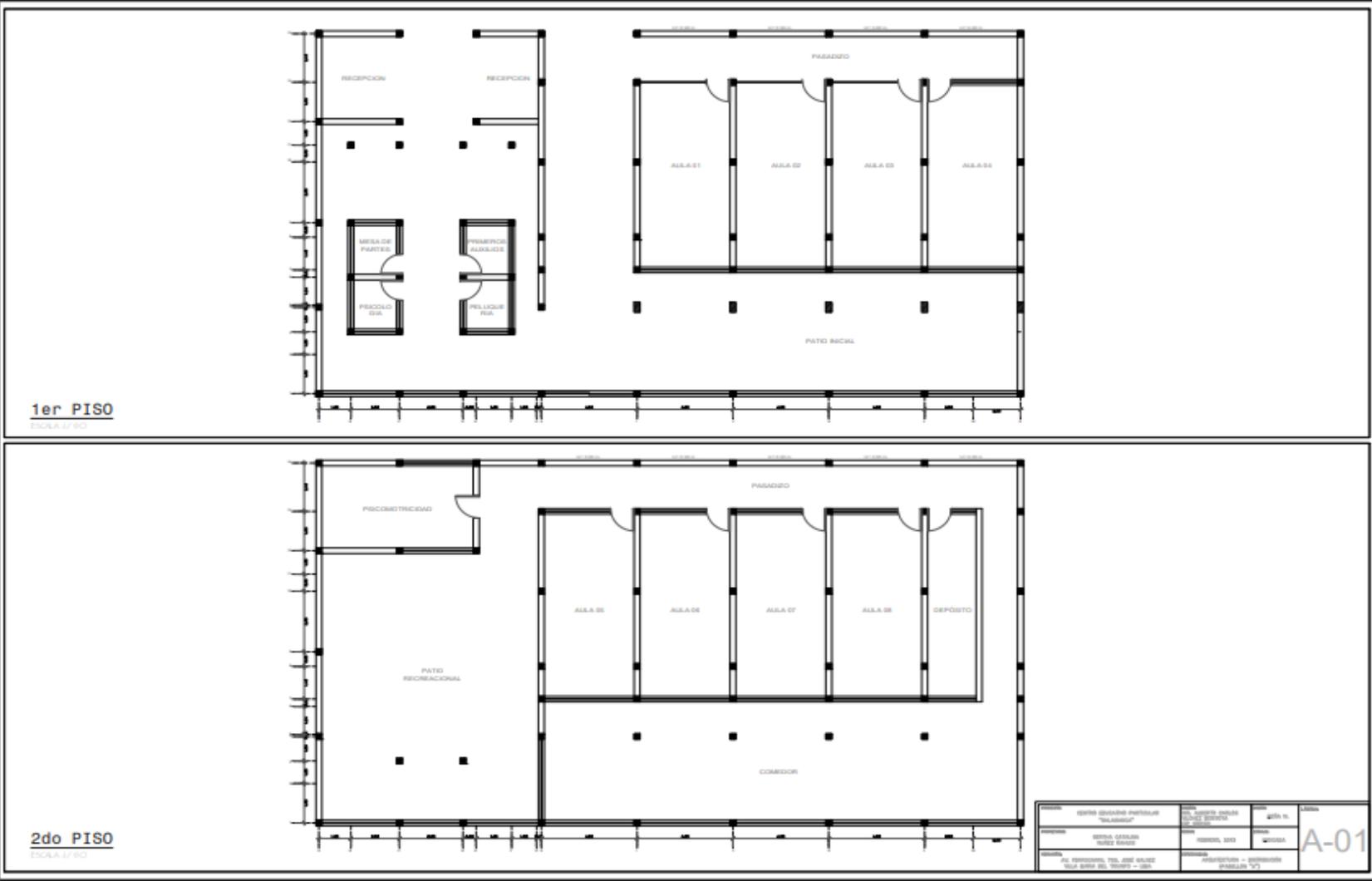
Fuente: Elaboración propia (2022)

### Anexo 3: Matriz de consistencia

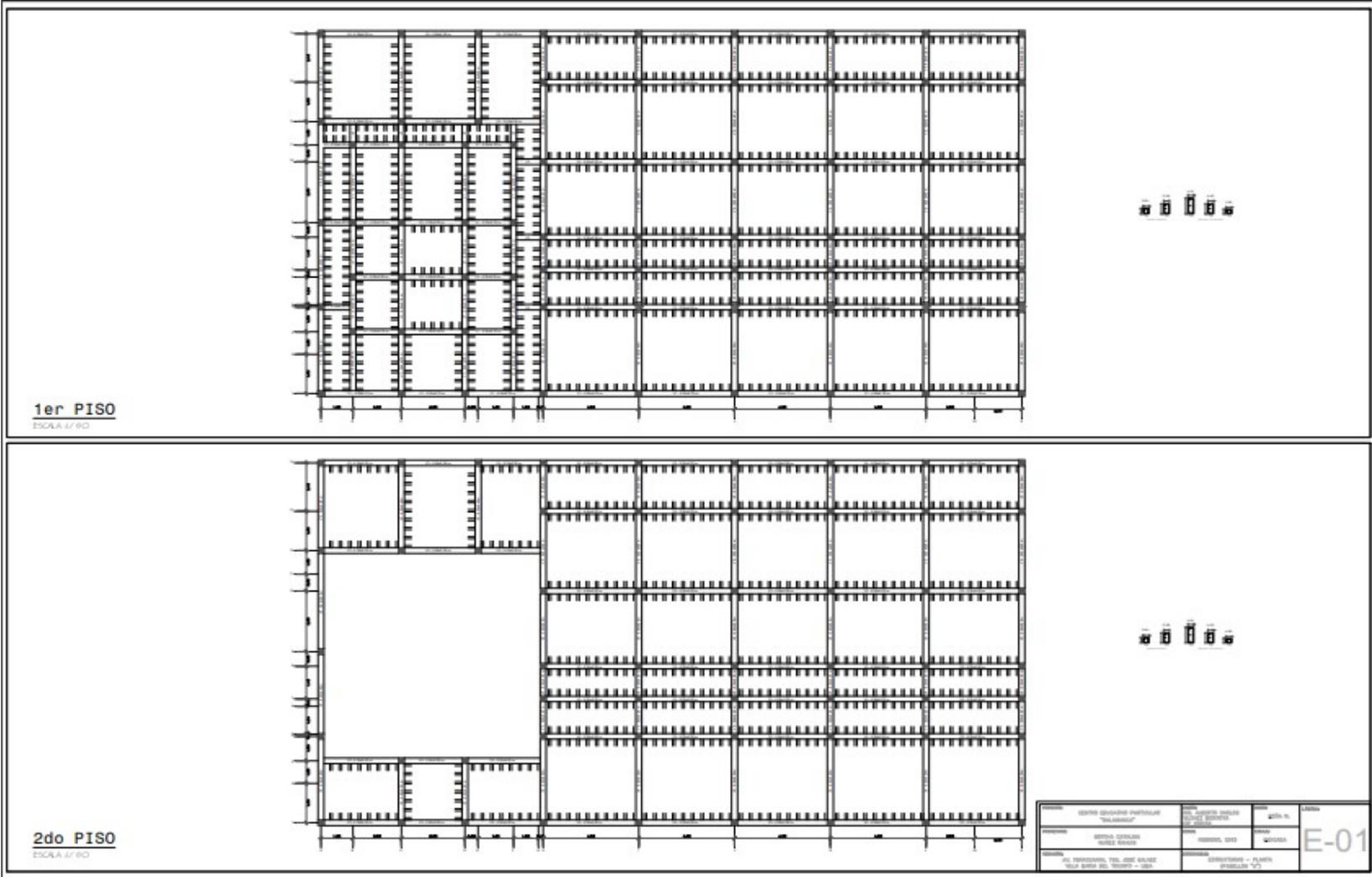
	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Metodología	Instrumentos
Principal	¿Cómo realizar la implementación de disipadores de fluido viscoso como reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca en el distrito de Villa María del Triunfo?	Realizar la implementación de disipadores de fluido viscoso como reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca ubicado en el distrito de Villa María del Triunfo	El Pabellón A del Centro Educativo Salamanca presenta un óptimo comportamiento estructural frente a las demandas sísmicas debido a la implementación de disipadores de fluido viscoso	Tipo de investigación La investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo	Artículos Tesis nacionales Tesis internacionales
Secundario 1	¿Cómo será la respuesta sísmica del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca con la norma E.030 Diseño Sismorresistente?	Evaluar la respuesta sísmica del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca con la norma E.030 Diseño Sismorresistente	El Pabellón A del Centro Educativo Salamanca cumplirá con los requisitos mínimos solicitados por la Norma E.030 Diseño Sismorresistente	Nivel de investigación La investigación tuvo un nivel descriptivo	Expedientes técnicos Registros sísmicos Revista costos
Secundario 2	¿Cuánto será la disipación de energía sísmica en la implementación de disipadores de fluido viscoso para el reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca?	Calcular la cantidad de energía sísmica disipada en la implementación de disipadores de fluido viscoso para el reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca	El Pabellón A del Centro Educativo Salamanca recibirá el 20% de la energía sísmica total debido a la implementación de disipadores de fluido viscoso	Diseño de investigación La investigación fue no experimental con diseño transversal	Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente Norma Técnica E.031 Aislamiento Sísmico
Secundario 3	¿Cuánto se reducen las derivas permisibles en la implementación de disipadores de fluido viscoso para el reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca?	Calcular la reducción de las derivas permisibles en la implementación de disipadores de fluido viscoso para el reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca	Las derivas del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca se reducirán hasta en un 50% y son menores al límite máximo permitido según la norma E.030 Diseño Sismorresistente	Población de investigación La población para esta investigación fueron los centros educativos ubicados en el distrito de Villa María del Triunfo	Software Etabs 2016 Software AutoCAD 2020

Fuente: Elaboración propia (2022)

Anexo 4: Planos de arquitectura



Anexo 5: Planos de estructuras



Anexo 6: Permiso de la empresa



**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

Lima, 09 de noviembre de 2022.

Por medio de la presente, Yo David Zapata Núñez, Representante legal de la empresa Corporación Colegio Salamanca, autorizo al Bachiller en Ingeniería Civil FRANCHESCO ANTONIO GARAVITO MILLONES, a fin de que pueda utilizar académicamente y sin fines de lucro los datos, figuras o fotografías para la elaboración de su tesis.

Sin otro particular, me despido

Atentamente,

  
CORPORACIÓN SALAMANCA S.C.R.L.  
DAVID ZAPATA NÚÑEZ  
GERENTE GENERAL

# Implementación de disipadores de fluido viscoso como reforzamiento sismorresistente del Pabellón A del Centro Educativo Salamanca en el distrito de Villa María del Triunfo

## INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="#">Submitted to Universidad Ricardo Palma</a> Trabajo del estudiante	2%
3	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="#">Submitted to Universidad Cesar Vallejo</a> Trabajo del estudiante	< 1%
5	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	< 1%
6	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	< 1%
7	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	< 1%
8	<a href="http://tesis.ula.ve">tesis.ula.ve</a> Fuente de Internet	< 1%

9	Submitted to Universidad Continental	< 1 %
	Trabajo del estudiante	
10	1 library.co	< 1 %
	Fuente de Internet	
11	repositorio.ucv.edu.pe	< 1 %
	Fuente de Internet	
12	vsip.info	< 1 %
	Fuente de Internet	
13	Submitted to Atlantic International University	< 1 %
	Trabajo del estudiante	
14	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	< 1 %
	Trabajo del estudiante	
15	repositorio.unal.edu.co	< 1 %
	Fuente de Internet	
16	repositorio.pucp.edu.pe	< 1 %
	Fuente de Internet	
17	issuu.com	< 1 %
	Fuente de Internet	
18	journals.cincader.org	< 1 %
	Fuente de Internet	
19	Esther Campos Serrulla. "El aroma de València. Diseño del odotipo de la ciudad de	< 1 %

# València mediante modelos sistémicos", Universitat Politecnica de Valencia, 2022

Publicación

---

20	<b>Submitted to Universidad de Jaén</b> Trabajo del estudiante	< 1 %
21	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	< 1 %
22	<b>renati.sunedu.gob.pe</b> Fuente de Internet	< 1 %
23	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Fuente de Internet	< 1 %
24	<b>villadelourdesii.blogspot.com</b> Fuente de Internet	< 1 %
25	<b>Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion</b> Trabajo del estudiante	< 1 %
26	<b>repositorio.continental.edu.pe</b> Fuente de Internet	< 1 %
27	<b>repositorio.ulasamericas.edu.pe</b> Fuente de Internet	< 1 %
28	<b>www.infobae.com</b> Fuente de Internet	< 1 %
29	<b>Submitted to Universidad Católica San Pablo</b> Trabajo del estudiante	< 1 %

---

30	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	< 1 %
31	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %
32	www.rgj.com Fuente de Internet	< 1 %
33	article.wn.com Fuente de Internet	< 1 %
34	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
35	core.ac.uk Fuente de Internet	< 1 %
36	dergipark.org.tr Fuente de Internet	< 1 %
37	documents1.worldbank.org Fuente de Internet	< 1 %
38	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
39	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
40	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
41	www.preventionweb.net	

Fuente de Internet

< 1 %

42

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

< 1 %

Trabajo del estudiante

43

docplayer.es

< 1 %

Fuente de Internet

44

gdacs.org

< 1 %

Fuente de Internet

45

nchp.epf.fr

< 1 %

Fuente de Internet

46

repositorio.ingemmet.gob.pe

< 1 %

Fuente de Internet

47

repositorio.unicauca.edu.co:8080

< 1 %

Fuente de Internet

48

repositorio.unsaac.edu.pe

< 1 %

Fuente de Internet

49

worldwidescience.org

< 1 %

Fuente de Internet

50

www.youtube.com

< 1 %

Fuente de Internet

51

Submitted to Universidad Nacional de Colombia

< 1 %

Trabajo del estudiante

52	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a>	< 1 %
<hr/>		
53	<a href="http://cienciabierta.utp.edu.co">cienciabierta.utp.edu.co</a>	< 1 %
<hr/>		
54	<a href="http://doku.pub">doku.pub</a>	< 1 %
<hr/>		
55	<a href="http://posgradoscbi.azc.uam.mx">posgradoscbi.azc.uam.mx</a>	< 1 %
<hr/>		
56	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a>	< 1 %
<hr/>		
57	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a>	< 1 %
<hr/>		
58	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a>	< 1 %
<hr/>		
59	<a href="http://repositorio.unas.edu.pe">repositorio.unas.edu.pe</a>	< 1 %
<hr/>		
60	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a>	< 1 %
<hr/>		
61	<a href="http://vibdoc.com">vibdoc.com</a>	< 1 %
<hr/>		
62	<a href="http://www.ptolomeo.unam.mx:8080">www.ptolomeo.unam.mx:8080</a>	< 1 %
<hr/>		
63	Submitted to Universidad Alas Peruanas	< 1 %

Trabajo del estudiante

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo