



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis comparativo del comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar y propuesta de reforzamiento con disipadores de energía,  
Juliaca 2023

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Chocano Roman, Iziguiel Osias ([orcid.org/0009-0004-6874-1750](https://orcid.org/0009-0004-6874-1750))

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto ([orcid.org/0000-0002-4926-8556](https://orcid.org/0000-0002-4926-8556))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación es el resultado de mi entrega total a Dios, el padre omnipotente, A quienes han estado a mi lado y me han infundido la fuerza para continuar en este camino. Les expreso mi más sincero agradecimiento a mis padres y a mi hermana., quienes me orientaron en todo este trayecto de formación académica y universitaria. Gracias por darme su apoyo incondicional y su confianza plena.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco al Padre eterno Dios al proteger y cuidar a mis padres, hermana y a mi docente Mg. Villegas Martínez Carlos Alberto, por guiarme.



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**Declaratoria de autenticidad del asesor**

Yo, VILLEGAS MARTÍNEZ, CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de la Tesis Titulada: “Análisis comparativo del comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar y propuesta de reforzamiento con disipadores de energía, Juliaca 2023“, cuyo autor CHOCANO ROMAN IZIGUIEL OSIAS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 30 de julio del 2024

<b>Apellidos y Nombre del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO <b>DNI:</b> 08584295 <b>ORCID:</b> 0009-0004-6874-1750	Firmado - electrónicamente por: CVILLEGASM el 25- 08-2024 12:27:01

Código documento Trilce: TRI - 0838680



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CHOCANO ROMAN IZIGUIEL OSIAS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis comparativo del comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar y propuesta de reforzamiento con disipadores de energía, Juliaca 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos:</b>	<b>Firma</b>
IZIGUIEL OSIAS CHOCANO ROMAN <b>DNI:</b> 48186912 <b>ORCID:</b> 0009-0004-6874-1750	Firmado electrónicamente por: IOCHOCANO el 30-07- 2024 17:20:03

Código documento Trilce: TRI – 0838681

v

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATÚLA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	25
3.2 Variables y operacionalización.....	27
3.3 Población, muestra y muestreo.....	29
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	30
3.5 Procedimiento .....	31
3.6 Método de análisis de datos .....	31
3.7 Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS .....	32
V. DISCUSIÓN .....	108
VI. CONCLUSIONES.....	111
VII. RECOMENDACIONES .....	113
REFERENCIAS .....	114
ANEXOS.....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Ensayos de Laboratorio</i> .....	29
Tabla 2. <i>El ensayo SPT proporcionó los datos relativos al número de golpes.</i> .....	40
Tabla 3. <i>Datos del contenido de humedad.</i> .....	42
Tabla 4. <i>Las muestras fueron sometidas a los análisis granulométricos correspondientes.</i> .....	42
Tabla 5. <i>Las muestras fueron sometidas a los análisis del esclerómetro.</i> .....	43
Tabla 6. <i>Los resúmenes de las muestras que fueron sometidas al esclerómetro.</i> .....	44
Tabla 7. <i>Datos obtenidos de la prueba de resistencia a la compresión de Diamantina</i> .....	44
Tabla 8. <i>Análisis de Fuerzas por pisos de pesos resueltas en el Software Etabs.</i> .....	60
Tabla 9. <i>Análisis por cada piso de las fuerzas laterales en el sentido X</i> .....	61
Tabla 10. <i>Impacto de los refuerzos en la distribución de las cargas en el sentido Y por pisos.</i> .....	62
Tabla 11. <i>Resultados de derivas con el análisis estático en los sentidos X y Y.</i> .....	67
Tabla 12. <i>Análisis del resumen de valores del Espectro de diseño.</i> .....	68
Tabla 13. <i>Resultados del análisis dinámico espectral sin disipadores.</i> .....	72
Tabla 14. <i>Resultado sin reforzamiento de derivas del sismo 6.2 de Tacna.</i> .....	79
Tabla 15. <i>Masas por cada piso de la estructura.</i> .....	82
Tabla 16. <i>Cálculo de desplazamientos relativos.</i> .....	83
Tabla 17. <i>Cálculo de coeficiente de amortiguamiento C.</i> .....	83
Tabla 18. <i>Cálculo de desplazamientos relativos.</i> .....	84
Tabla 19. <i>Cálculo de coeficiente de amortiguamiento C.</i> .....	84
Tabla 20. <i>Resumen de datos del disipador para ingresar al Etabs.</i> .....	85
Tabla 21. <i>Valores de espectro de diseño para el análisis modal espectral.</i> .....	89
Tabla 22. <i>Resultado de derivas con el análisis espectral con disipador de FV.</i> .....	91
Tabla 23. <i>Resultado de derivas con Disipador de FV del sismo 6.2 de Tacna.</i> .....	93
Tabla 24. <i>Valores de espectro de diseño para el análisis modal espectral.</i> .....	97
Tabla 25. <i>Resultado de derivas con el análisis espectral con disipador SLB.</i> .....	99
Tabla 26. <i>Derivas obtenidas con Disipador SLB del análisis TH 6.2 de Tacna.</i> .....	101
Tabla 27. <i>Resultado de los modos y periodos con disipadores.</i> .....	102
Tabla 28. <i>Derivas resultantes del análisis sísmico modal X con Disipadores.</i> .....	103
Tabla 29. <i>Resultados de derivas en el análisis sísmico modal Y con Disipadores</i> .....	104
Tabla 30. <i>Resultados de derivas en el análisis sísmico tiempo historia X con Disipadores.</i> .....	105
Tabla 31. <i>El análisis sísmico tiempo historia en el sentido Y con disipadores.</i> .....	106
Tabla 32. <i>Estadística de grupos.</i> .....	107
Tabla 33. <i>Prueba de muestras independientes.</i> .....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Disipador de energía de fluido viscoso.....	13
<i>Figura 2.</i> Pórtico en sentido diagonal. ....	13
<i>Figura 3.</i> Diagrama fuerza- desplazamiento. Amortiguador viscoso .....	13
<i>Figura 4.</i> Esquema del resultado considerando el amortiguador a base de agua. ....	14
<i>Figura 5.</i> SLB para la adaptación sísmica del hotel Ceibo Dorado - Ecuador. ....	15
<i>Figura 6.</i> Ubicación del disipador, junto con placas de apoyo al lado de viga.....	15
<i>Figura 7.</i> Gran Deterioro efectuado en las instalaciones en varias viviendas en Turquía. ....	16
<i>Figura 8.</i> Edificio con disposición del movimiento sísmico.....	16
<i>Figura 9.</i> Derivas máximas – En X – Análisis de respuesta espectral. ....	17
<i>Figura 10.</i> Desplazamientos en X obtenidos a las fuerzas sísmicas aproximadas.....	18
<i>Figura 11.</i> Desplazamientos en Y obtenidos a las fuerzas sísmicas aproximadas.....	18
<i>Figura 12.</i> Fuerzas Cortantes de Piso en el eje X.....	19
<i>Figura 13.</i> Fuerzas Cortantes de Piso en el eje Z.....	19
<i>Figura 14.</i> Edificio derrumbado por un movimiento sísmico, edificio sin reforzamiento. ....	21
<i>Figura 15.</i> Edificio en el que se realizó reforzamiento para una mayor rigidez y ductilidad. ....	21
<i>Figura 16.</i> Análisis estático de fuerza equivalente .....	23
<i>Figura 17.</i> Análisis tiempo historia. ....	23
<i>Figura 18.</i> Análisis modo espectral.....	24
<i>Figura 19.</i> Esquema de un sistema de control ante sismo .....	25
<i>Figura 20.</i> Localización geográfica. ....	33
<i>Figura 21.</i> Vivienda multifamiliar de 5 niveles .....	34
<i>Figura 22.</i> Plano de Planta de edificación aporticada de 5 pisos.....	35
<i>Figura 23.</i> Ensayo de Granulometría.....	36
<i>Figura 24.</i> Límites de Consistencia - Limite plástico .....	36
<i>Figura 25.</i> Límites de Consistencia - Limite liquido.....	37
<i>Figura 26.</i> Contenido de Humedad.....	37
<i>Figura 27.</i> Ensayo de SPT. ....	38
<i>Figura 28.</i> Ensayo de Penetración Estandar .....	38
<i>Figura 29.</i> Esclerómetro en Viga.....	39
<i>Figura 30.</i> Esclerómetro en Columna.....	39
<i>Figura 31.</i> El ensayo SPT proporcionó los datos relativos al número de golpes. ....	41
<i>Figura 32.</i> Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna C1. ....	45
<i>Figura 33.</i> Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna C2. ....	46
<i>Figura 34.</i> Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna C3. ....	47
<i>Figura 35.</i> Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna C5. ....	47
<i>Figura 36.</i> Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna VP1.....	48
<i>Figura 37.</i> Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna VP2.....	49
<i>Figura 38.</i> Propiedades la losa aligerada en el Software Etabs.....	50
<i>Figura 39.</i> Definición de sección de Columna 1 con Software Etabs.....	51
<i>Figura 40.</i> Definición de sección de Columna 2 con Software Etabs.....	51
<i>Figura 41.</i> Definición de sección de Columna 3 con Software Etabs.....	52
<i>Figura 42.</i> Definición de sección de Columna 4 con Software Etabs.....	52
<i>Figura 43.</i> Definición de sección de VP1 con Software Etabs.....	53
<i>Figura 44.</i> Definición de sección de VP2 con Software Etabs.....	53
<i>Figura 45.</i> Definición de losa aligerada de 20 cm con Software Etabs.....	54
<i>Figura 46.</i> Modelamiento de la vivienda multifamiliar de cinco niveles.....	55
<i>Figura 47.</i> Comprobación de irregularidad torsional.....	57

<i>Figura 48.</i> Modelamiento de la vivienda multifamiliar de cinco niveles.....	57
<i>Figura 49.</i> Masas participativas y modos de vibración y en el programa Etabs.....	58
<i>Figura 50.</i> Análisis resueltos por el Software Etabs de los pesos sísmicos.....	59
<i>Figura 51.</i> Fuerzas sísmicas en el sentido X.....	62
<i>Figura 52.</i> Fuerzas cortantes en el sentido X.....	62
<i>Figura 53.</i> Fuerzas sísmicas en el sentido Y.....	63
<i>Figura 54.</i> Fuerzas cortantes en el sentido Y.....	63
<i>Figura 55.</i> Inserción de fuerzas sísmicas en el sentido de X.....	64
<i>Figura 56.</i> Inserción de las fuerzas sísmicas en el sentido Y.....	64
<i>Figura 57.</i> Derivas en el sentido X sin ningún tipo de reforzamiento.....	65
<i>Figura 58.</i> Gráfico de las derivas en el sentido de las abscisas X con ausencia de refuerzo.....	65
<i>Figura 59.</i> Derivas en el sentido Y con ausencia de refuerzo.....	66
<i>Figura 60.</i> Gráfico de las derivas en el eje de las ordenadas Y con ausencia de refuerzo.....	66
<i>Figura 61.</i> Aceleraciones del espectro de diseño en X.....	68
<i>Figura 62.</i> Aceleraciones del espectro de diseño en Y.....	69
<i>Figura 63.</i> Inserción de espectros de pseudoaceleración al Etabs.....	69
<i>Figura 64.</i> Asignación de cargas dinámicas en el Etabs.....	70
<i>Figura 65.</i> Resultados de análisis espectral en el sentido X.....	70
<i>Figura 66.</i> Gráfica de resultados de deriva dinámica en X.....	71
<i>Figura 67.</i> Resultados de análisis espectral en el sentido Y.....	71
<i>Figura 68.</i> Gráfica de resultados de deriva dinámica en Y.....	72
<i>Figura 69.</i> Función Tiempo Historia en el Software Etabs.....	73
<i>Figura 70.</i> Función Tiempo Historia en el Software Etabs.....	74
<i>Figura 71.</i> Corrección de sismos usando el software seismosignal.....	74
<i>Figura 72.</i> Escalamiento de sismo utilizando el software seismatch.....	75
<i>Figura 73.</i> Aceleraciones del sismo de Tacna en dirección E.....	75
<i>Figura 74.</i> Definiendo aceleraciones del sismo en dirección E.....	76
<i>Figura 75.</i> Aceleraciones del sismo de Tacna en dirección N.....	76
<i>Figura 76.</i> Definiendo aceleraciones del sismo en dirección N.....	77
<i>Figura 77.</i> Gráfico del sismo de Tacna 6.2 en dirección X.....	77
<i>Figura 78.</i> Gráfico del sismo de Tacna 6.2 en dirección Y.....	78
<i>Figura 79.</i> Resultado sin reforzamiento de derivas del sismo 6.2 de Tacna.....	78
<i>Figura 80.</i> Factor de reducción de respuesta.....	79
<i>Figura 81.</i> Factor de amortiguamiento efectivo.....	80
<i>Figura 82.</i> Sumatoria de coeficiente de amortiguamiento.....	82
<i>Figura 83.</i> Procedimiento para insertar disipadores.....	86
<i>Figura 84.</i> Características del mecanismo FV incorporadas al Etabs – sentido X.....	87
<i>Figura 85.</i> Características del mecanismo insertadas al Etabs – Sentido Y.....	87
<i>Figura 86.</i> Uso del Etabs para el diseño del mecanismo fluido viscoso.....	88
<i>Figura 87.</i> Modos de vibración con el disipador Fluido Viscoso.....	89
<i>Figura 88.</i> Efectos de la disipación de fluido viscoso en las desviaciones del sentido X.....	90
<i>Figura 89.</i> Efectos de la disipación de fluido viscoso en las desviaciones del.....	90
<b>Figura 90.</b> Representación del terremoto de Tacna 6.2 en el sentido X, con disipador de FV.....	92
<b>Figura 91.</b> Representación del terremoto de Tacna 6.2 en el sentido Y, con disipador de FV.....	92
<b>Figura 92.</b> Efecto de las derivas con Disipador de FV del terremoto 6.2 de Tacna.....	93
<b>Figura 93.</b> Aplicación del Programa DissipaSLB.....	94
<b>Figura 94.</b> Asignación del Disipador SLB 3 10_2.....	95
<b>Figura 95.</b> Incorporación de todos los dispositivos de protección sísmica tipo SLB al Etabs.....	95
<b>Figura 96.</b> Modelamiento en el Etabs.del mecanismo Shear Link Bozzo.....	96

<b>Figura 97.</b> Análisis de las frecuencias de oscilación con el mecanismo de absorción SLB. ....	97
<b>Figura 98.</b> Análisis de las desviaciones en el sentido X con el mecanismo de SLB.....	98
<b>Figura 99.</b> Análisis de las desviaciones en el sentido Y con el mecanismo de SLB.....	98
<b>Figura 100.</b> Sismo de Tacna 6.2 en dirección X, con disipador SLB. ....	99
<b>Figura 101.</b> Sismo de Tacna 6.2 en dirección Y, con disipador SLB. ....	100
<b>Figura 102.</b> Resultado de derivas con Disipador SLB en X del sismo 6.2 de Tacna. ....	100
<b>Figura 103.</b> Resultado de derivas con Disipador SLB en Y del sismo 6.2 de Tacna. ....	101
<b>Figura 104.</b> Comparación de periodos de vibración entre los disipadores. ....	102
<b>Figura 105.</b> Comparación derivas de entrepiso en el sismo modal espectral en X. ....	103
<b>Figura 106.</b> Comparación derivas de entrepiso en el sismo modal espectral en Y. ....	104

## RESUMEN

El objetivo principal de esta tesis es realizar la comparación del comportamiento de una misma edificación usando dos tipos de disipadores de energía en una vivienda de cinco niveles en la ciudad de Juliaca, los cuales son el disipador de energía de Fluido viscoso y el Disipador Shear Link Bozzo. Por ende, se ejecutó una metodología con diversas especificaciones: un enfoque cuantitativo que conllevó una revisión exhaustiva y sistemática de la teoría ya existente. Paralelamente, adoptó un enfoque descriptivo. Respecto a las técnicas empleadas, se aplicó la recolección de datos junto con instrumentos especializados, lo cual arrojó los siguientes resultados: se realizó un análisis modal espectral y un análisis de historias temporales que se ejecutaron en el Software Etabs.

En la presente tesis se realizó el modelo convencional que es la edificación sin ningún reforzamiento y luego se procedió a efectuar el diseño del disipador de Fluido Viscoso y el disipador Shear Link Bozzo para finalmente poder insertar estos datos del diseño en el Software Etabs, los resultados obtenidos indican que estos disipadores ayudan en la capacidad de la estructura para mitigar los efectos de un evento sísmico, mejorando la seguridad y reduciendo los posibles daños. Dónde en estos resultados se pudo apreciar que las reducciones máximas con el análisis modal espectral usando el Disipador de fluido viscoso fueron de 84.15 % en el sentido X y de 95.87% en el sentido Y, y con el disipador Shear Link Bozzo estos valores fueron de 91.86 % y de 95.94 %, y por ende llegamos a la conclusión que la mejor alternativa usando este análisis es el Disipador de Energía Shear Link Bozzo.

**Palabras clave:** Comportamiento sísmico, reforzamiento estructural, disipador shear link Bozzo, disipador de fluido viscoso, edificación apoticada.

## ABSTRACT

The main objective of this thesis is to compare two types of energy dissipaters in a five-story house in the city of Juliaca, which are the Viscous Fluid energy dissipater and the Shear Link Bozzo dissipater. Therefore, a methodology with several specifications was executed: a quantitative approach that entailed an exhaustive and systematic review of the existing theory. At the same time, a descriptive approach was adopted. Regarding the techniques employed, data collection was applied together with specialized instruments, which yielded the following results: a spectral modal analysis and an analysis of time histories were carried out in Etabs software.

In the present thesis, the conventional model of the building without any reinforcement was carried out and then the design of the Viscous Fluid Sinkers and the Shear Link Bozzo Sinkers was carried out to finally insert this design data in the Etabs Software, the results obtained indicate that these dissipaters help in the capacity of the structure to mitigate the effects of a seismic event, improving safety and reducing possible damages. Where in these results it could be seen that the maximum reductions with the spectral modal analysis using the Viscous Fluid Sinkers were 84.15% in the X direction and 95.87% in the Y direction, and with the Shear Link Bozzo Sinkers these values were 91.86% and 95.94%, and therefore we conclude that the best alternative using this analysis is the Shear Link Bozzo Energy Sinkers.

**Keywords:** Seismic Behavior, Structural Strengthening, Shear Link Bozzo Dissipator, Viscous Fluid Dissipator, Pole-frame building.

## I. INTRODUCCIÓN

### Realidad Problemática

Hoy en día los movimientos sísmicos son más consecutivos a nivel mundial, de tal manera que sus consecuencias son devastadoras, se planteó varios proyectos en cuanto a prevención y resistencia frente al mismo. El desarrollo de tecnologías de diseño sismorresistente fue mejorando de manera continua, a nivel internacional los movimientos sísmicos que se registraron fueron de gran impacto ambiental, generaron la implementación de dispositivos de energía sísmica convencionales. A nivel nacional el Perú se registró un promedio del 80 % de las viviendas con informalidad y la mitad de ellas son altamente vulnerables a sismos de alta intensidad. En las zonas suburbanas, esta proporción alcanza el 90%. según Felipe García Bedoya, director del Instituto. Perú tiene uno de los mayores potenciales sísmicos. Las viviendas en gran parte son susceptibles a los terremotos por lo cual en gran medida son edificadas informalmente o sin estudios. Resaltar, que no estimó en su edificación la modificación de la vigente Norma E.030 de 1997, ampliamente mejorado. Luego de un breve tiempo en el epicentro del Perú, los edificios educativos sufrieron graves daños y el país tuvo que invertir bastante cantidad de dinero para reconstruir la infraestructura en la zona. Los puntos referidos deben vincularse a base de la norma E030 para su propio diseño, optando por la más reciente del 2016, de igual forma se podrá obtener un óptimo desempeño en la estructura en función del diseño sísmico. (García Hurtado y Quiroz Cabrera 2021). Puno se encuentra en una zona vulnerable a los movimientos de energía sísmica, también las características de los suelos no son aptos para la construcción, por ende para que las edificaciones presenten mayor resistencia frente a las sollicitaciones sísmicas y a la vez que sean durables a lo largo del tiempo, desde ese enfoque se da como una alternativa a los disipadores de energía sísmica por su amplia variedad y versatilidad, en la presente investigación se analizará y comparará la mejor solución de diseño sismorresistente en la ciudad de Juliaca (Zona sísmica 3) que asegure la homogeneidad y la estabilidad de la estructura y que a la vez cumpla la normativa E030. Por tal motivo, se procede a formular el **Problema general:** ¿De qué manera contribuirán al desempeño estructural la añadidura de los dispositivos de disipación energía sísmica tipo Fluido Viscoso y

Shear Link Bozzo en la vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023? De igual manera los **Problemas específicos:** son ¿Cómo determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas sin ningún tipo de reforzamiento en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023? ¿Cómo determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas utilizando disipador Fluido Viscoso en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023? ¿Cómo determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas utilizando disipador Shear Link Bozzo en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023? Así mismo tiene una **Justificación Técnica** que esta investigación tiene como finalidad optimizar el desempeño toda la vivienda seleccionada con los amortiguadores de energía sísmica tipo fluido viscoso y shear link bozzo en la edificación de 5 niveles y a la vez demostrar que pueden intervenir positivamente reduciendo el efecto de los movimientos sísmicos.

**Justificación Económica** Se ha demostrado que en durante varios años se integrado tecnologías que ayudan a reducir sustancialmente la energía sísmica moderadamente y minimizar los impactos que produzcan las energías sísmicas en cada sistema estructural con el propósito de preservar su vida útil. Estos dispositivos, llamados disipadores de energía sísmica, tienen la función de disipar la energía de forma estable y uniforme, son relativamente fáciles y económicos de reparar o reemplazar.

**Justificación Social.** Se analizó que la aplicación en años recientes de los elementos disipadores de energía como componentes estructurales en edificios, ha sido una solución efectiva para mejorar la vida cotidiana de la sociedad, al dar una apariencia más segura y eficaz.

**Justificación Ambiental** Se evalúa el efecto de cada tipo de disipador sobre la respuesta estructural del sistema. Los cuales también tendrán un impacto ambiental, es decir serán reciclables o reutilizables. Para ello, se consideran dos sugerencias estándar: es decir los parámetros de los disipadores sísmicos antes de un terremoto fuerte. El otro criterio será la zona a la que pertenece y se efectuó el sismo. Las condiciones de diseño de la construcción son las mismas. Por lo tanto, se tiene como **Objetivo general** Evaluar el desempeño estructural implementando los disipadores de energía sísmica tipo Fluido Viscoso y Shear Link Bozzo en la vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023. Siendo los **Objetivos específicos:** Determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas

sin ningún tipo de reforzamiento en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023; Determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas utilizando disipador fluido viscoso en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023; Determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas utilizando disipador shear link bozzo en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023. Se tiene como **Hipótesis general**: El reforzamiento con disipador Shear Link Bozzo presentara un mejor comportamiento sísmico respecto al disipador de Fluido Viscoso en la vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023. Las **Hipótesis específicos** serían: El comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas sin reforzamiento no cumplirá lo establecido en la norma E030 en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023. La implementación del reforzamiento con disipador Fluido Viscoso mejorara el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023. La implementación del reforzamiento con disipador Shear Link Bozzo mejorara el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

En el contorno internacional tenemos a: Chifla (2023), mencionó su propósito: Efectuar el diseño de la parroquia mediante un software; de una construcción de concreto tradicional y con presencia disipadores SLB. La metodología que usó es comparar el diseño estructural de una parroquia con lo cual se procede al pre dimensionamiento de la estructura con los planos ya obtenidos de la parroquia, con el fin de incluir los datos a ETABS para los 3 casos y así adecuar en modo convencional, tiempo-historia y costos al integrar el disipador shear link bozzo. Se comprobó buenos resultados, al integrar disipadores de energía sísmica en el diseño estructural, este presenta un rendimiento superior en comparación con los diseños convencionales, lo que resulta en un 40% a un 50% menos de deflexión y desplazamiento. También no habrá deformación del disipador de energía sísmica SLB; excede la potencia requerida, lo que indica que el disipador tiene un funcionamiento óptimo, incluso la curva histérica del disipador demuestra que no han excedido su fuerza crítica, ni su distorsión de rotura de 30 mm para equipos integrados en la mesa de diseño. Como conclusión demostró que el disipador de energía sísmica SLB absorbe en 55,6% de la energía total de la estructura, lo que demuestra que después de la realización estos dispositivos no permiten que los elementos estructurales sean el principal componente encargado de disipar la energía evita que esto suceda así no se lastimarán. El cambio estructural se incrementa al incluir el disipador de energía debe estar presente en ambas direcciones de análisis. Dado que el dispositivo absorberá aproximadamente el 50% esfuerzo cortante total. Además, el costo que se introdujo por los disipadores sísmicos de energía es mínimo del 5.3 %.

Aguiar y Arias (2019), estimaron como objetivo proponer la opción del empleo de dispositivos de reducción de energía fluido viscoso frente al temblor del 2016, como soporte estructural, de forma no convencional y dando la facilidad de rehabilitar la disposición y la suficiencia del edificio localizado en Manabí, por consiguiente su metodología de análisis es tiempo-historia, el tal conseguía una agrupación de acelerogramas, ASCE 7, fue el código por el cual fueron cambiados, posteriormente

efectuar el diseño estructural y probar de esta manera, el proyecto se someta al reglamento ecuatoriano NEC15. Como resultado se determinó que la estructura con refuerzo de dispositivos de energía sísmica fluido viscoso obtuvo óptimos resultados, efectuaron la prueba y se demostró que redujo el 41 % de las aceleraciones, en 2 casos: los desplazamientos se redujesen notablemente en un 56 % y para el otro desplazamiento el 51%. Llegaron a la conclusión de integrar los mecanismos de amortiguamiento sísmico tradicional viscoso, se alcanzó eficazmente retener el 81.77% de la energía sísmica y que genera el 15 % en el amortiguamiento del elemento estructura.

Mena (2019), se alcanzó el objetivo en mención del análisis de un edificio de cinco pisos utilizando dispositivos de amortiguamiento Shear Link Bozzo, en donde el proyecto se realizó justificado en el desempeño de la estructura de 5 plantas usando los dispositivos de energía sísmica SLB. Por otro lado, la metodología se desarrolló 2 modelos en el software en forma tradicional y con dispositivo de amortiguamiento sísmico shear link bozzo en el cual se diseñó las estructuras con los parámetros o disipadores de energía, para resolver el efecto de cada uno como los desplazamientos horizontales, cortante basal, fuerza cortante, momento flector y el centro de gravedad en el muro cortante. Se lograron excelentes resultados utilizando los disipadores SLB, los cuales mejoraron la resistencia de los elementos de la estructura al aumentar su flexibilidad en el pórtico. Se observan desplazamientos reducidos en el enfoque convencional, alcanzando un 1.94%, cifras cercanas al umbral crítico de 2% definido por la Norma NEC-SE-DS-Peligro-sísmico para la máxima deriva inelástica. Esto sugiere que la implementación de disipadores SLB podría ser una estrategia potencialmente efectiva, se obtuvo una reducción del 0.77% en las derivas de máxima inelástica. Se llegó a la conclusión que ambos métodos son buenos, pero desde el enfoque de una planta el que promete más eficacia es el método tradicional, en vigas y columnas.

Cano (2020), estimó como objetivo proponer diagnosticar la capacidad de los elementos estructurales con el fin de identificar las ventajas de los coeficientes de los disipadores y el empleo en el elemento estructural y su efecto de absorción de energía sísmica. La metodología empleada representa un marco referencial para la concepción de estos componentes (dispositivos de absorción de energía sísmica),

con la intención de fomentar, a través de este enfoque, la adopción generalizada de este sistema de absorción de energía por parte de los diseñadores de estructuras a nivel nacional. Como resultado se demostró que los disipadores cumplen con el comportamiento sísmico dentro de los márgenes, lo cual permite visualizar los parámetros de resistencia de las platinas, hasta alcanzar su punto de rotura. Se comprobó los estándares de dichas platinas en los límites bajos y altos siendo los altos de menor comportamiento resistente teniendo como valores: en el amortiguamiento  $X=6,86\%$  y en  $Y=8,30\%$  y como disipación de energía en  $X=6,91$  y en  $Y=7,36$ . Llego a la conclusión que los valores del factor R, realizados por métodos del FEMA 450 y de Mahmoudi no presentar límites muy extremos de diferencia llegando a variar de 0.4 % aproximadamente en algunos casos. También se dedujo que usar dos vanos reduce las fuerzas de carga axial y de fuerza cortante con una intensidad promedio del 20%.

En consecuencia, a nivel nacional, se cuentan con las siguientes contribuciones previas: Tapia (2020), estimo el objeto de comparar los comportamientos sísmorresistente con un sistema básico o tradicional y SLB en un edificio de 10 niveles. La metodología que se utiliza es por medio del refuerzo tradicional en los muros de corte y la estructura ápticada comparándolo con el tipo de refuerzo con dispositivos de energía Shear link bozzo, se modelo las estructuras para hallar en porcentajes: las solicitaciones, derivas, la fuerza cortante y los momentos flectores. Como resultado se demostró consolidar en 3 registros las derivas de 0.0065 mm en muros de corte y 0.0068 mm con disipadores SLB mostrando la disimilitud de un 4.61%; en muros de corte y  $23.25\text{m/s}^2$  con disipadores SLB registrando una desigualdad de 0.34%, mostrando un porcentaje entre muros cortantes de energía disipada de 344.09Ton-m y con su disipador SLB 195.31Ton-m, la cortante basal es de 1525.42Ton; con un muro de cortante de 989.08Ton, entre ellos demostrando la desigualdad de 14.51%. Obteniendo la conclusión que los 2 tipos de refuerzo de realizar una óptima mejoría en el modelo estructural. El análisis del modo espectral en los mayores desplazamientos es de 0.013 mm, incumpliendo con la norma E030 y obteniendo una mejor respuesta con el dispositivo de energía SLB de 70.00%. López y Plasencia (2017), tiene el objetivo de hallar la eficiencia del disipador SLB en el modelo sísmico resistente; por ende, se llevó a cabo el diseño del complejo

residencial "Las Flores del Golf", situado en la Avenida Prolongación Huamán S/N, Manzana "A" Lote 16, con un área de terreno de 300 metros cuadrados. Se aplicó un método que implicó un análisis exhaustivo de los elementos estructurales, en conformidad con los parámetros establecidos por la Norma (RNE). Así comprobar los requerimientos y a la vez que esté en función con la Norma E030, se trabajó el modelado matemático en base del análisis del modelo estructural con el software ETABS, la cimentación fue modelado con elementos bidimensionales y tridimensionales (elementos infinitos) con ayuda del software SAFE2016 y también en los elementos de concreto. Como resultado las direcciones principales de los cortes del muro se cruzaron por los disipadores, para dar mayor rigidez a la estructura con el propósito de minimizar las deflexiones en puntos críticos en el pórtico, conforme a la norma E030; en la dirección estrecha se efectuó el manejo de los desplazamientos laterales del elemento a un porcentaje menor del 34% y los desplazamientos del entrepiso en 30% y el punto de zona crítica en ( máximo desplazamiento de entrepiso sin disipador 0.99% y sin disipador de 0.69%). Se llegó a la conclusión que el manejo del disipador SLB, permite absorber la cantidad del 34% de la energía sísmica en la estructura en el cual se halla una maleabilidad que se encuentra en los puntos de los dispositivos SLB.

García y Quiroz (2019), se consideró como objetivo el emplear muros de concreto con el fin de interrelacionar con la norma E0.30: Diseño sísmico, con relación a disipadores sísmicos SLB, normados en ASCE 7-16. Se ejercitó con muros cortantes, como el elemento estructural original de acuerdo al número de niveles, por tal efecto, será implementado, también se desarrolló un AENL por el criterio de capacidad de espectro, en los modos, con el propósito de analizar curvas de capacidad y sus puntos de empleo. Así como la metodología se puede comprobar las desigualdades en los 2 sistemas, encontrando la amplitud en la que se obtiene resolver la rigidez de las derivas, conforme a la norma E030; del Diseño sísmico, puesto los criterios; para el diseño del espectro y el análisis básico lineal y así analizar e identificar los puntos críticos o máximos de las estructuras (Pórtico). Como resultado en los puntos x-x, estos gráficos comparan la dirección de corte de muros que se encuentran en ambos puntos interrelacionándolo con el disipador SLB; así comparando con la norma E030 y mostrando un eficiente resultado en la deriva de entrepiso. Si bien ahora en dirección Y-Y, se puede variar un poco; de

forma que los disipadores adquieren una mejor adaptabilidad y mayor efecto de ductilidad, por ende, es más confiable. Luego revisamos la tercera capa, en la que resolvemos; que hay un problema específico, ello debido al sótano que registra una capa en el piso ascendente, el cual endurece la capa y genera desplazamientos mayores. De igual forma se genera las derivas máximas del entrepiso en ambos modelos de refuerzo son: 6.495 mm para los disipadores SLB y 5.578 mm para los muros cortantes. Se llegó a la conclusión que las derivas en ambos ejes son diferentes siendo en  $Y=5.578$  y para  $X=5.569$ ; estos son relativamente cercanos, pero en diferentes puntos, al igual las rotulas dados en los análisis No lineales Push over, se obtuvo un refuerzo más estable en los muros cortantes; las fuerzas transmitidas a las columnas son bajas, por tal efecto las cimentaciones serán poco impactadas.

En distintos idiomas se ve a los próximos autores: BOZZO et al. (2019), consideraron como objetivo detallar las consideraciones en el modelado de estructuras utilizando disipadores de energía SLB y al mismo tiempo desarrollar dos procedimientos de diseño. Adicionalmente, en el diseño de un edificio prefabricado de hormigón armado, se aplicó una metodología rigurosa para la selección inicial de disipadores de energía sísmica de eslabones de cortante Bozzo. Esta metodología se utilizó para seleccionar automáticamente los disipadores de energía sísmica. Los procedimientos se implementaron en el programa ETABS, utilizando dos técnicas: iteración directa e iteración inversa.

Ambas técnicas se integraron como un comando "plugin" en el programa ETABS, permitiendo la autoselección según el modelo específico de cada estructura o técnicas de diseño propias. A través de estos disipadores, es posible disipar la energía sísmica generada por movimientos sísmicos significativos, preservando la vida útil y el comportamiento estructural. Como resultado, los disipadores de energía sísmica Bozzo Shear Link Bozzo, que proporcionan 52+52 dispositivos estándar, presentan un gran potencial, son altamente rentables y, por lo tanto, prácticos para automatizar el proceso de selección y mejorar la respuesta estructural global. Se evaluaron los niveles de daños no estructurales con la rigidez inicial de estos dispositivos, mostrando reducciones de las derivas hasta niveles aceptables, con valores entre 0,003 y 0,007, todos ellos por debajo del límite de 0,00875 establecido por la Norma E030. Las escalas de aceleración disminuyeron

considerablemente a sólo 0,3 g, y el coeficiente de cizalladura basal se redujo de casi 1,2 a 0,12-0.

La conclusión es que, aunque ambos enfoques son similares, la fuerza del enfoque NLINK reside en su capacidad para generar un modelo aplicable al análisis no lineal. Como resultado, se creó e introdujo en el programa ETABS una aplicación que carga simultáneamente todas las unidades VMS estándar, tanto simples como combinadas, modeladas como elementos NLINK.

Hazaveh (2017), tiene como objetivo presentar estudios de análisis y enfoque experimental determinar el comportamiento sísmico (características) de disipadores viscosos en función de desplazamientos y directividad (D3). Los disipadores presentados ofrecen una amplia gama en disipadores semiactivos en un modelo totalmente pasivo y comprenden una alta confianza y muy accesible en disipadores de criterio pasivo. También se examina su resistencia estructural mediante modelos lineales, de oscilación y no lineales. Una característica distintiva de este análisis es el uso de un modelo avanzado y validado experimentalmente del dispositivo D3 de última generación. La metodología empleada es un modelo que amplía rigurosamente las capacidades de estos disipadores viscosos mediante una gestión factible de la capacidad del disipador en el esfuerzo estructural. Singularmente, la capacidad única de utilizar un disipador mayoritariamente pasivo, ofrecen una reciente y notable oportunidad en estructuras que aportarán bajo coste y a la vez mayor rigidez, así el análisis de la historia media corta de los modelos lineales y del sistema de ponderación con histéresis elástica bilineal muestra una disminución de la capacidad a desplazamientos como alta resistencia. Como resultado, hemos evidenciado, a través de una prueba experimental que combina los comportamientos de los elementos del sistema de un edificio de estructura de acero a escala 2 ½ (dos y medio) - 2-4, equipado con amortiguadores de comportamiento estable, sometido a pruebas de vibración unilineal en circunferencia, el análisis de la capacidad estructural y la importancia crucial de la cimentación en términos de esfuerzo cortante, aceleración y deriva. Se concluye que existen similitudes entre los resultados de las pruebas y los modelos matemáticos, en particular en relación con el amortiguador de fluido viscoso 2-4 D3. Este dispositivo muestra una reducción progresiva del esfuerzo cortante, el desplazamiento y la deformación no lineal.

Lamprea y Garzón (2018), buscaron proponer la implementación de dispositivos viscosos no lineales para la reducción de energía sísmica, los cuales fueron integrados en la construcción de un hospital en Bogotá, Colombia. El objetivo fue mitigar los niveles de daño estructural durante múltiples eventos sísmicos. Proponen un enfoque de análisis aplicado directamente en campo para evaluar los disipadores de energía sísmica, utilizando el software ETABS. Además, proponen criterios específicos para realizar dos tipos de análisis: análisis tiempo-historia y análisis Pushover. Además, los resultados del diseño sísmico se tomaron de las tablas de desplazamiento del suelo correspondientes a los casos sísmicos MCE y DBE. Se eligió un símbolo alfa de 0,50 y 0,25 para representar el VDF original; el modelo estructural se ejecutó en el software ETABS. Se concluyó que la representación modificada sin disipadores es el punto de partida hacia la propuesta de diseño de armaduras con disipadores viscosos no lineales en este tipo de estructuras, con valores de 1% en los muros de corte, por otro lado un amortiguamiento óptimo del elemento estructural (pórtico) es función de los desplazamientos modales primarios, pero en tal efecto es inverso a la razón del amortiguamiento crítico, es decir es inversamente proporcional a la dirección del sistema (Análisis).

Se tiene artículos científicos con las contribuciones: Domenico, Ricciardi y Taweki (2019), consideraron como objetivo en relacionar los criterios basados en función de los disipadores (amortiguadores), tales como coeficiente en ellos esta los FVD incluidos. La metodología de este estudio tiene los aspectos basados en la energía para expresar la magnitud sísmica en función de la medida de energía absorbida por dispositivos de energía total de inicio, recurrente del movimiento sísmico.

La metodología se basa explícitamente en la revisión del sistema de disipadores pasivos, en 3 factores: 1) la facultad de aumentar el comportamiento ante temblores fuertes debido una disipación de energía irregular; 2) la facultad de emitir fuerzas que están retraídas con los movimientos; 3) la facultad de generar una mejoría de la amortiguación del elemento estructural sin descomponer notablemente en los caracteres de la solidez, como se puede realizar en amortiguadores históricos y amortiguadores viscoelásticos o también aisladores de base. Como resultados se revisó que hay una variedad de disipadores o amortiguadores los cuales atribuyen al éxito de esta tecnología de diseño sísmico en las cuales hay diversos estándares

en las frecuencias, temperaturas, movimientos y fuerzas direccionadas. Como también los parámetros de disipadores viscosos asimilados en una correlación fuerza-velocidad lineal, asimismo en amortiguadores (equivalentes de energía), para medir su potencia y en muchos estudios se analizó el comportamiento sísmico de FVD para ser optimizados en construcciones. Se concluyó que este estudio es un reporte genérico de los sistemas sísmicos: como análisis del movimiento sísmico del terreno, el diseño estructural adoptado, el método de rendimiento, los principios teóricos subyacentes, el algoritmo numérico asumido o mostrado en diferentes condiciones.

Scozzese et al. (2021), tiene como objetivo analizar las fallas de carga o rotura de carga que se dan en los dispositivos de energía sísmica e investigar los dominios de los datos de seguridad de los FVD y también bien equipados los disipadores con elementos estructurales de confianza. Se emplea un modelo de disipador FVD bien recomendado para tener en reserva las fuerzas del impacto que se dan en los amortiguadores como falla de carga y falla por ductilidad estas en consecuencia del esfuerzo de la carga máxima. Este efecto la fragilidad de la carga del amortiguador, estos intensifican el riesgo sísmico en el modelo estructural sísmico la cual se en interpretación de las sombras múltiples y un monitorio genérico y parcial. La metodología que se aplicó un diseño globalizado, reconociendo 2 tipos de estudio estables en un pórtico de acero, insertado a un modelo de disipación con bondades lineales y no lineales, estas efectúan los criterios de factores de seguridad para fuerzas cortantes. Se demuestra el claro comportamiento débil del modelo insertado y otorga los factores de seguridad en el comportamiento débil, dadas en la seguridad de los disipadores y la estabilidad estructural eficaz. Los resultados demuestran que, ante un registro de un temblor sísmico fuerte, puede resolver de forma más eficiente. Se concluyó que las fallas del amortiguador se miden según los materiales empleados; por ende, los parámetros indican que los disipadores que usan el código europeo, tienen un estable comportamiento sísmico y los que no, son notablemente más seguro y eficaces como también los factores de amplificación MAF de exceder hasta 10 -51/año.

Palermo et al. (2018), tiene como objetivo analizar proceso simplificado para un diseño y pre dimensionamiento de amortiguadores viscosos y elementos de los

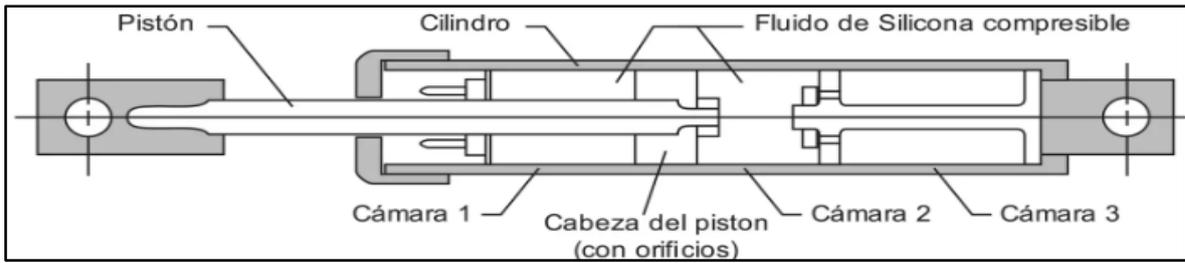
pórticos dotados con equipos de amortiguadores viscosos en las plantas y a la vez recopila los resultados completos en el ámbito del (procedimiento de 5 pasos). Se desarrolló la metodología teniendo en cuenta las presentaciones de pórticos elásticos estos implementados con elementos viscosos. Y a la vez aprovechar los estudios orientados a contribuir con las limitaciones analíticas del amortiguamiento en tanto los desplazamientos máximos y los puntos de velocidad de los marcos de los pórticos en medio del evento sísmico. Y en otro punto se contribuye a un paso adicional el cual es la acción interna extrema dentro de (ESA). En el resultado se valida la ejecución de los 5 procedimientos empleados en el diseño de los disipadores de amortiguamiento: fijación de metas de desempeño y coeficientes de reducción, cálculo del tamaño de los amortiguadores viscosos lineales entre niveles, estimación de las velocidades máximas y fuerzas en los amortiguadores, determinación de las dimensiones de los amortiguadores no lineales disponibles en el mercado y diseño de los componentes estructurales: ESA1 y ESA2. Se concluyó que el proceso de los 5 pasos: da un enfoque al ingeniero especializado en estructuras, desde el punto de la selección y el dimensionamiento de los amortiguadores viscosos; añadiendo el análisis de tales acciones internas críticas, para cada elemento estructural para su dimensionamiento inicial. El cual ayuda a acceder a las derivas máximas y también a las estimaciones-análisis directos de desplazamientos máximos o críticos de piso

Se tiene como bases teóricas lo siguiente:

### **Disipador de energía de fluido viscoso**

La base de funcionamiento de los disipadores de energía se centra en la absorción de energía a través del flujo controlado de un fluido, como silicona u aceite. Estos disipadores viscosos no dependen del desplazamiento, sino de la velocidad, lo que mantiene constante la rigidez de la estructura sin inducir incrementos significativos en las tensiones de los elementos estructurales. Estos mecanismos se integran principalmente por dos componentes: un cilindro de gran rigidez y un pistón, fabricados ambos de acero inoxidable (Morales y Contreras, 2012)

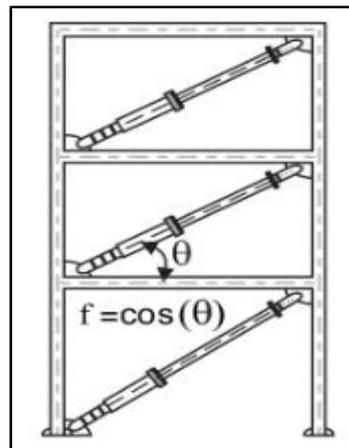
El cilindro guarda un fluido de silicona que preserva su uniformidad frente a cambios de temperatura y a lo largo del tiempo, se puede observar en la Figura 1.



**Figura 1.** Disipador de energía de fluido viscoso.

Fuente: (Villareal y La rosa, 2016).

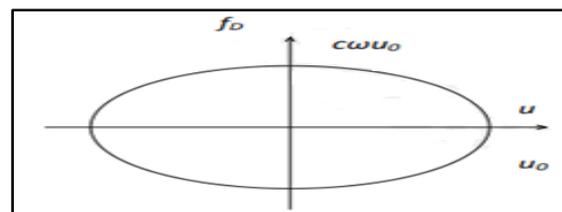
En la figura 2, se logra apreciar el dibujo del uso de disipador de un pórtico, dónde el disipador se encuentra en sentido diagonal.



**Figura 2.** Pórtico en sentido diagonal.

Fuente: (Villareal y La rosa, 2016).

En la figura 3 se aprecia el esquema de como es el diagrama fuerza – desplazamiento en el amortiguador viscoso.



**Figura 3.** Diagrama fuerza- desplazamiento. Amortiguador viscoso

Fuente: (Bozzo et al., 2019)

### Rigidez de brazo metálico

Inicialmente, este dispositivo se ajusta según la velocidad para mantener constante la respuesta dinámica del componente (pórtico). Una vez obtenido, se logra estimar la rigidez del elemento con un alto grado de precisión. Es beneficioso que este

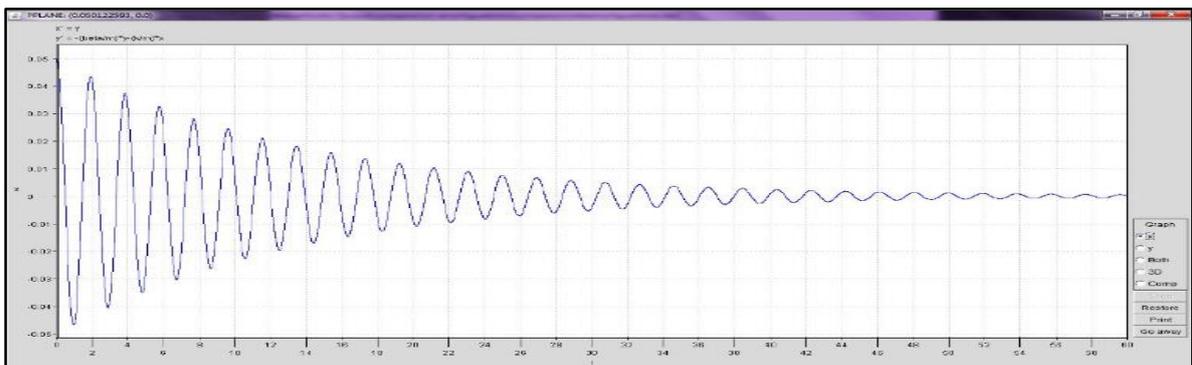
componente metálico tenga una gran área para reducir las deformaciones elásticas y por ende mejora las cualidades del disipador. Por consiguiente, se selecciona automáticamente y se propaga durante eventos sísmicos (Seaac, 1999)

### **Coefficiente alfa**

Índice alfa: en el contexto de un disipador de fluido viscoso, se utiliza para determinar la fuerza resultante del amortiguamiento del disipador. Los valores más efectivos oscilaron entre 0.4 y 0.5 al aplicar este índice en el diseño de estructuras con sistemas de registro sísmico (Fuentes, 2015)

### **Coefficiente de amortiguamiento del disipador**

La determinación de este coeficiente no se logra de manera inmediata a partir de las mediciones de los componentes estructurales, sino que se lleva a cabo mediante pruebas de vibración. (Burgos, 2013). Ver figura 4.



**Figura 4.** Esquema del resultado considerando el amortiguador a base de agua.

Fuente: (Burgos, 2013)

### **Disipador de energía Shear Link Bozzo**

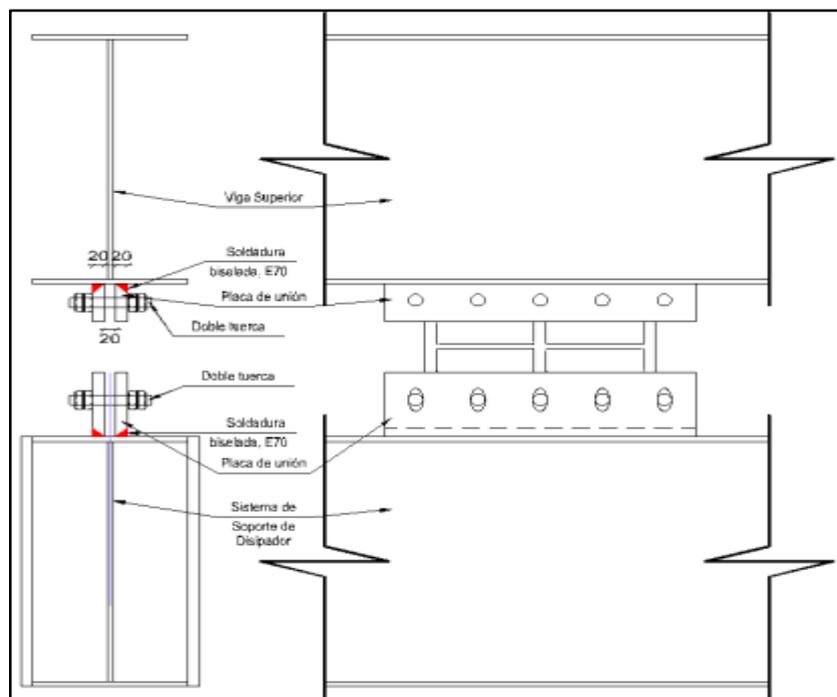
Se desarrollaron por primera vez en Francia, estos dispositivos de prevención son altamente eficaces en disipación de energía, a la vez conlleva a una resistencia alta del pandeo y torsión. Estos dispositivos están estrechamente relacionados con los sistemas de control pasivo. Ofrecen una solución para mitigar los efectos de los terremotos al actuar de manera rígida a través de conexiones sólidas; otra forma de respuesta es a través de la deformación y flexión en una zona particular de la viga conocida como eslabón. Está en el siguiente gráfico la instalación física de un disipador SLB y también de la instalación en una representación estructural (Oviedo, 2008). Ver figura 5.



**Figura 5.** SLB para la adaptación sísmica del hotel Ceibo Dorado - Ecuador.

Fuente: (Oviedo, 2008)

En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación del disipador apoyado con placas al lado de las vigas.



**Figura 6.** Ubicación del disipador, junto con placas de apoyo al lado de viga.

Fuente: (Bozzo et al., 2019)

### Comportamiento sísmico

Representa el análisis frente a los movimientos sísmicos, estos parámetros tienen la función de regular y estabilizar los elementos estructurales de forma distribuida, uniforme, continuo y normal en los diseños de estructura (pórticos). Para eludir el fallo de las cimentaciones en un edificio se debe de comprobar el refuerzo

transversal dentro de las columnas (viga-columna), para evitar el colapso; por ende, se propone adicionar disipadores (Scozzese et al., 2021)

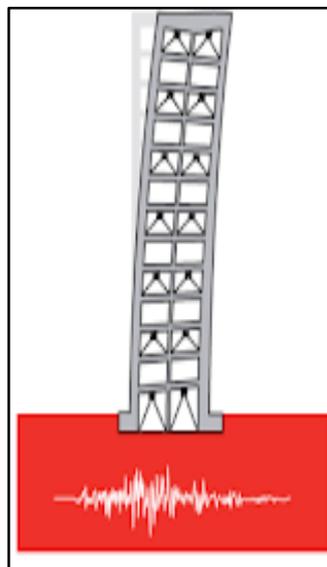
En la figura 7 se muestra un gran deterioro en viviendas en el 2003, ocurridas en Turquía.



**Figura 7.** Gran Deterioro efectuado en las instalaciones en varias viviendas en Turquía.

Fuente: (Lamprea y Garzón ,2018)

En la figura 8 se muestra un edificio con disposición de un movimiento sísmico. (representación gráfica).

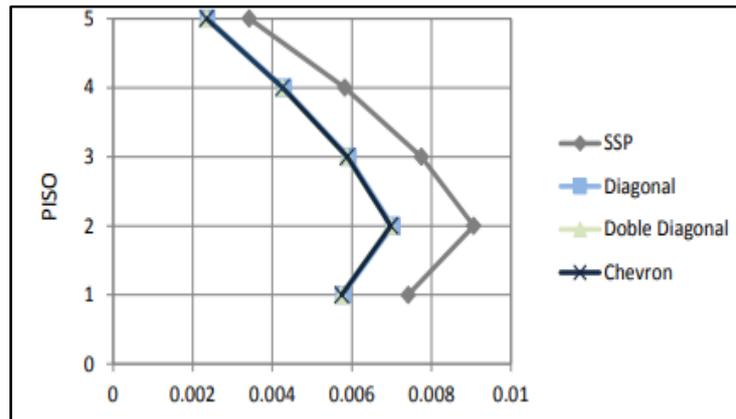


**Figura 8.** Edificio con disposición del movimiento sísmico.

Fuente: (Wang ,2017)

## Derivas

Son los desplazamientos horizontales; porque se dan en la parte baja del modelo estructural y en las partes verticales; así como también hay las derivas normales y las de entrepiso. Estas se pueden dar en una edificación de acuerdo a energía externas y también se pueden dar a energías sísmicas. En su mayoría las derivas se pueden representar en los pisos (Muñoz ,2004). Ver figura 9.



**Figura 9.** Derivas máximas – En X – Análisis de respuesta espectral.

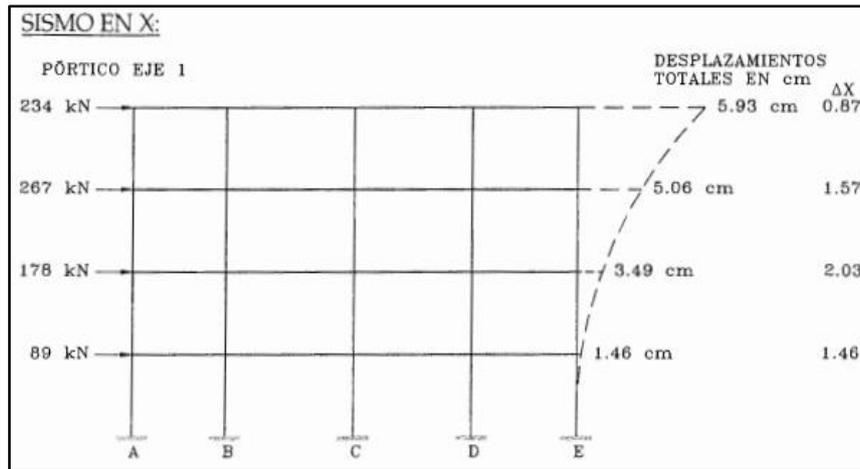
Fuente. (Muñoz ,2004)

## Modos de vibración

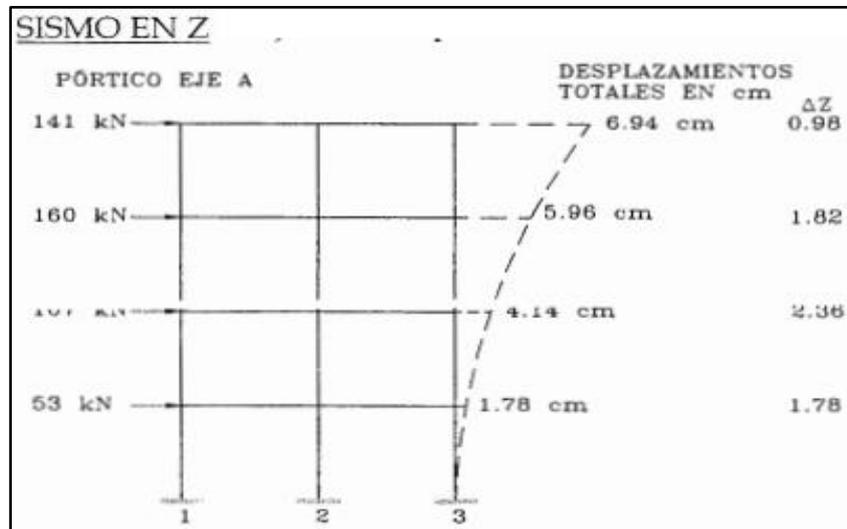
Se puede registrar a los modos de vibración; con mediciones Frfs, con el cual se establece frecuencias comunes y este procedimiento está en función, de modos cercanos de vibración, esta empieza con la selección de puntos de periodicidad de ensayo. Se propuso 7 criterios de diseño. Las frecuencias naturales se dadas del modelo discreto expuestas (Vilema, 2018).

## Fuerzas sísmicas

Desde un enfoque básico empezamos con los criterios de diseño sísmico como la normal NSR-98 (Bogotá). Los cuales tienen 4 puntos: a) periodo aproximado de vibración b) valores de coeficiente K c) espectro elástico de diseño d) constantes sísmicas. Así como también la obtención de las fuerzas sísmicas de piso; estas son los movimientos en el plano x. procedentes en cada piso y sus distribuciones de cada piso próxima, estas se reparten de forma continua y estable en X y Z; a continuación, se ve en los desplazamientos dados por sismos en X y Z en las fig.10 y 11. (Vallecita, 2003)



**Figura 10.** Desplazamientos en X obtenidos a las fuerzas sísmicas aproximadas  
Fuente: (Vallecita, 2003)

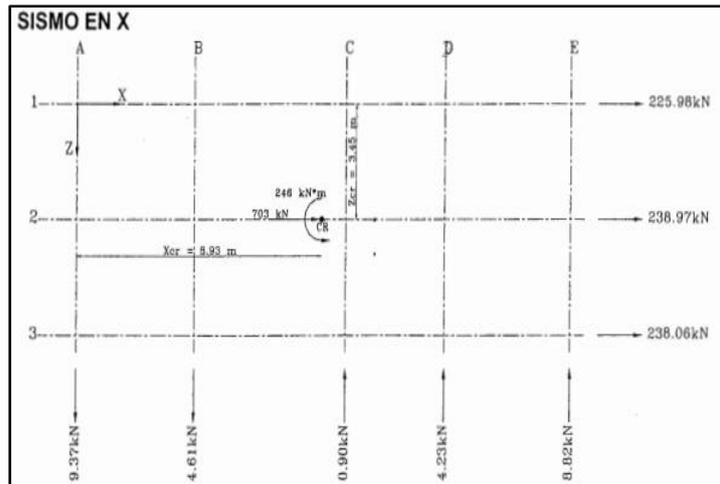


**Figura 11.** Desplazamientos en Y obtenidos a las fuerzas sísmicas aproximadas  
Fuente: (Vallecita, 2003)

### Fuerzas cortantes

Son las energías que interactúan en el modelo estructural (Vigas y columnas), los cuales se derivan de acuerdo al estado de someterse a fuerzas externas; estas se disponen a la flexión y deflexión. Se entiende también por fuerzas como las manifestadas a largo plazo en sentidos X y Z (Cervera y Blanco, 2000, p.49).

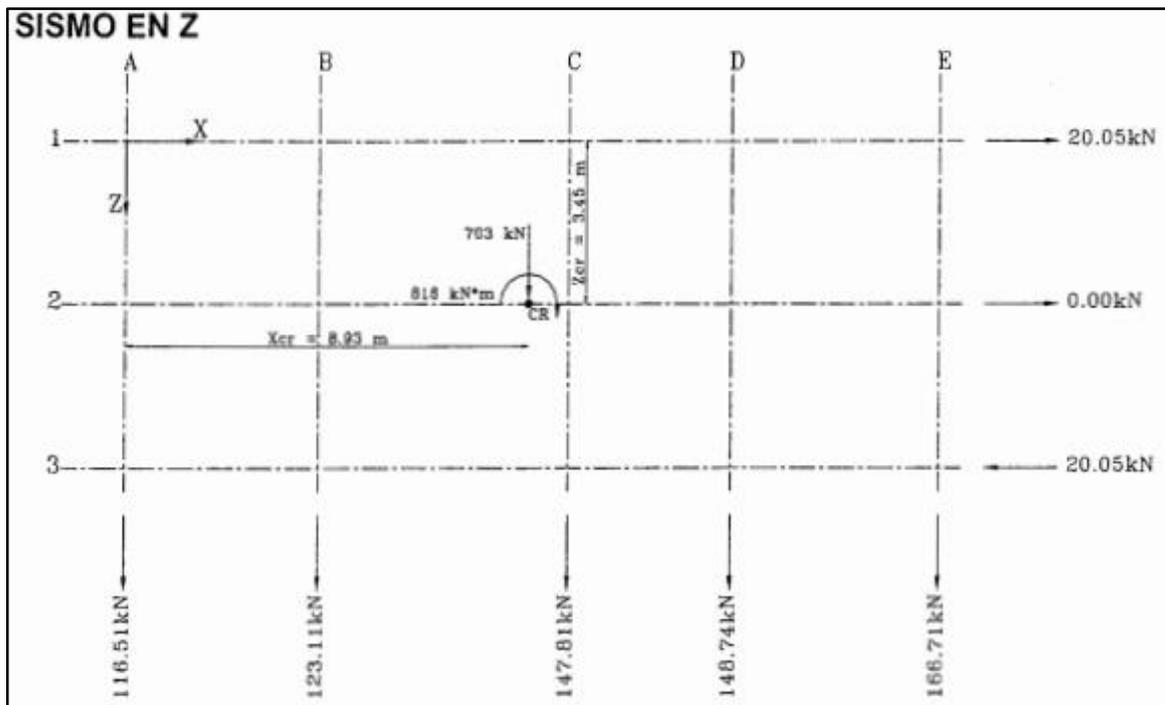
Las fuerzas cortantes por pórtico (estructura), se estima que se resta, el valor de la cortante del piso se visualiza los gráficos de la cortantes de piso en X y Z. en la fig.12 (Vallecita, 2003)



**Figura 12.** Fuerzas Cortantes de Piso en el eje X.

Fuente: (Vallecita, 2003)

Se propuso que un sismo de escala normal interactúe a lo largo del eje Z. Se observa que también puede actuar en la dirección opuesta. A continuación, se representarán gráficamente las fuerzas de corte en los desplazamientos en Z, tal como se ilustra en la Figura 13”.



**Figura 13.** Fuerzas Cortantes de Piso en el eje Z.

Fuente: (Vallecita, 2003)

**Reforzamiento Estructural:** Es mejorar las estructuras con la función de establecer parámetros altos, los cuales ayuden notablemente en la deficiencia de los elementos estructurales (vigas, pisos y columnas), el refuerzo que se establece es de carácter implementario, por ende, se añadirá todo tipo de tecnología y diseño. Así se registraron a lo largo del tiempo como dispositivos de energía sísmica y métodos de carácter pasivos; por eso se emplea en el reciente estudio el comparativo de los 2 métodos de disipación sísmica por fluido viscoso y SLB (Raigosa, 2010).

También se pueden dar otras formas de implementación de técnicas: En cimientos también se aplican técnicas; sin utilizar dispositivos de energía sísmicas, estas se dan en función de la altura “d” es la altura efectiva que da una opción óptima para las deficiencias del cimiento y a la vez también el acero. En columnas si se registra una deficiencia la opción rentable; es reforzar la misma con anillos de concreto que soporta al menos el 50% de carga axial. Los muros revestidos con mampostería pueden ser reforzados y a la vez reducir las ventanas; ofrecer disminuir la carga última. En el caso de la viga se aplica métodos más rudimentarios como añadir aditivos y resinas epóxica; estas a la vez pueden estar confeccionadas por surcos y rellenando concreto en las vigas. En las losas se puede mejorarlo a través de una sobre losa, también es poner una malla de acero (Díaz. 2014)

**Propuesta de reforzamiento estructural:** Para Pedraza el concepto de es la forma en la que se refuerza con elementos estructurales en el Monasterio hnas. Visitación de Bogotá que han llegado a tener óptimos resultados en su facultad del diseño resistente, de esta forma los elementos (Pórticos); es necesario su refuerzo por la antigüedad de esta construcción. En cimientos y en el cual se pueden optar por zapatas aisladas. Sin embargo, esta opción dedica más tiempo, pero también se podría efectuar un refuerzo del elemento con dispositivos pasivos históricos o también viscosos, para aplazar su tiempo de vida útil (Pedraza, Baquero y Morales, 2009).

En la figura 14 se puede apreciar un edificio derrumbado por el movimiento sísmico de una edificación que no contaba con reforzamiento.



**Figura 14.** Edificio derrumbado por un movimiento sísmico, edificio sin reforzamiento.

Fuente: (Aguar, 2016)

Por el contrario, en la figura 15 se puede apreciar un edificio reforzado que soportó un sismo ya que se incrementó su rigidez y ductilidad.



**Figura 15.** Edificio en el que se realizó reforzamiento para una mayor rigidez y ductilidad.

Fuente: (Aguar, 2016)

**Como enfoques conceptuales tenemos:** El Análisis Estructural; el análisis es un conocimiento muy extenso, se puede definir desde muchos enfoques o criterios.

La rama adopta parámetros eventuales, se pueden resolverse de forma íntegra en el estructura-suelo; entre los análisis de elementos se resuelven: cables, armaduras, vigas, puentes, arcos, losas, placas, bóvedas, cúpulas y bases elásticas e inelásticas, etc.

Vigas continuas; estas son elementos de diversas luces, no poseen rotulas; su cálculo es la resolución de las fuerzas internas y sus reacciones. El método de los momentos focales aparece como necesidad a los 3 momentos, en el cual está cargado uno de los apoyos. Existen tramos; en donde se descarga los puntos focales y su grafico se forma de acuerdo a su carga (momento flector). Y su resolución de las fuerzas internas y reacciones en los nudos

El diagrama final de fuerza cortante; se resuelve con las fuerzas cortantes aplicando la sujeción diferencial entre fuerza cortante y momento flector (Villareal y La rosa, 2016).

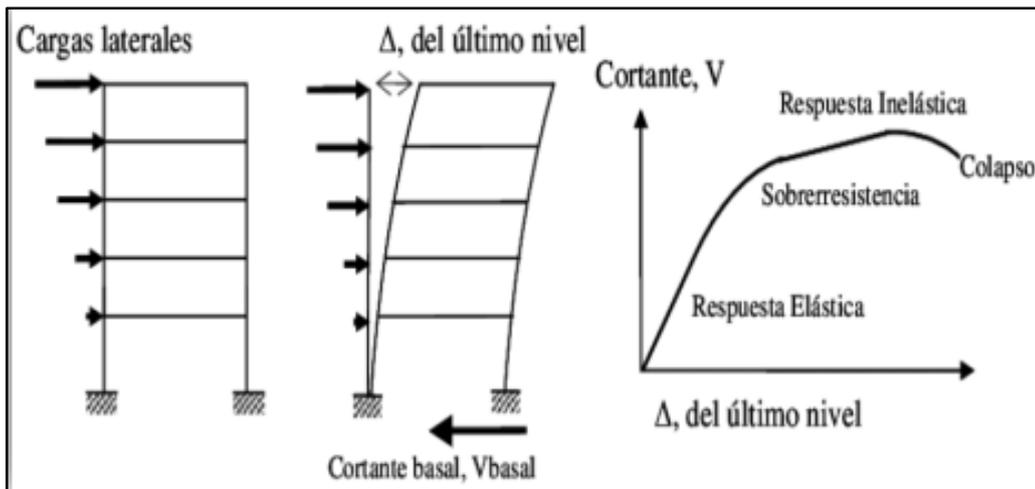
### **Fuerza cortante en la base y mínimo**

Tenemos factores mínimos de cálculo para realizar según normas E030 y CEC 2000, expresión genérica:

$$V = \frac{ZUSC}{R} P$$

**Tenemos** Z = factor de zonificación sísmica, en función de la gravedad sísmica; U = es un factor de uso; S= factor de suelo; P factor estimación del peso;  $\alpha$  = es un coeficiente de suma validez para el modelo, C es una constante de ampliación sísmica; R = el factor de reducción de las energías o fuerzas.

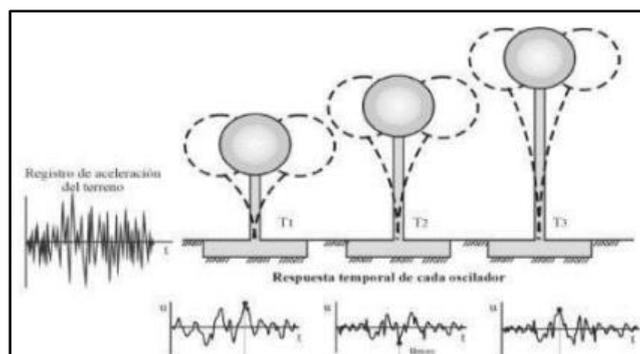
**Análisis estático de fuerza equivalente:** “Se trata de un proceso mediante el cual se representan las acciones sísmicas mediante una multitud de cargas en el sentido X. Estas fuerzas se desplazan hacia los centros de masas de cada zona o planta de la edificación aporticada”, como se puede ver en la figura 16 (Norma E030, 2018)



**Figura 16.** Análisis estático de fuerza equivalente  
Fuente: (Tarque y Loaiza, 2003)

**Análisis dinámico tiempo-historia:** Refiere la N.T.P. E.030 (2018) lo siguiente:

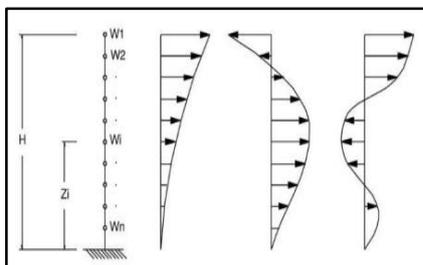
Se pretende introducir la alternativa de técnica adicional en función de hacer validar el método del análisis estático de fuerza equivalente y análisis dinámico modo-espectral, por ende, se realiza un modelo numérico del elemento con lo cual se pretende saber su comportamiento histórico de cada parte del pórtico, como se ve en la siguiente figura.



**Figura 17.** Análisis tiempo historia.  
Fuente: (Tarque y Loaiza, 2003)

**Análisis dinámico modo-espectral:** Por parte N.T.P. E.030 (2018).

Si bien está interpretado y expuesto de forma determinación de una estructura que es en función de un diseño espectral que resuelve la respuesta por medio de una mezcla de varios datos alcanzados de las series modales, que se resuelve por la separación de las ecuaciones dinámicas. (p.23), como se muestra en la figura 18.



**Figura 18.** Análisis modo espectral.

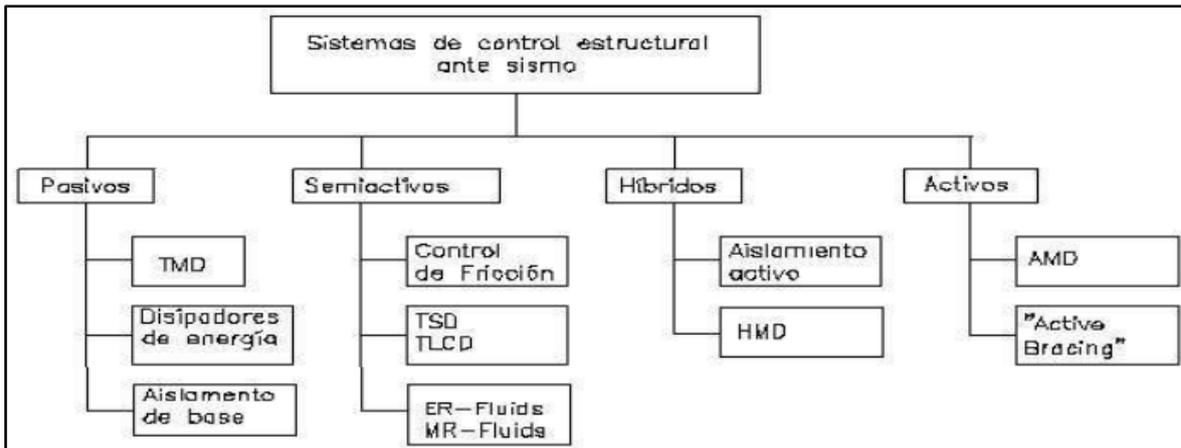
Fuente: (Tafur, 2018)

### **Según las normativas como califican el refuerzo y mejoramiento de edificios**

Sistema sísmico: Según ASCE 7-16 “El sistema sísmico debe adaptarse a uno de los tipos de diseños en cada dirección lateral. El diseño del sistema sísmico para resistir fuerzas en cada dirección debe cumplir con los requisitos mínimos de cortante en la base.” está desarrollado y revisado por la organización. En los cuales se dispone varios controles de construcción, criterios que se deben de realizar durante la construcción, así como cargas entre otros (ASCE 7-16, 2016)

Dispositivos de reducción sísmica: Según Norma FEMA 274, “La rehabilitación sistemática mediante el uso de aisladores sísmicos y dispositivos disipadores de energía garantiza que la carga mínima requerida no sea menor que el valor máximo obtenido de los cálculos realizados”. esta presenta la publicación americana; efectúa la revisión de incidencias en la construcción como cualquier agente externo o de carácter constructivo, como se pueden relacionar con movimientos sísmicos o de índole estructural, observando también la vida útil de la estructura (FEMA, 1997)

Control Estructural: Villareal y La Rosa (2016), estos se validan en función de la inercia en una acción de movimiento sísmico (pasivo o fuerte), ver figura 19.



**Figura 19.** Esquema de un sistema de control ante sismo

Fuente: (Rivas y Vásquez, 2017)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Será de enfoque **aplicada**, de tal forma Carrasco. “la investigación científica del tipo aplicada se distancia por estar en función; de propósitos concisos, se procede a efectuar la investigación para cambiar, ejercer, producir o generar variación de situaciones de área específicas”. (Carrasco, 2007)

El tipo aplicada también forma parte de esta investigación, ya que se aplica a situaciones específicas muy reales.

#### Nivel de investigación

Se enmarca en el tipo **Descriptivo**, por que detalla los procesos de diseño de los elementos estructurales de la construcción, con dispositivos de energía de disipación Fluido viscoso y Shear Link Bozzo (Carrasco, 2007)

#### Diseño de investigación

Este estudio se enmarca como diseño **no experimental**; es la investigación en donde no se emplean premeditadamente las variables, en la investigación no experimental se observa sucesos de tal forma que sea sutil, para más adelante revisarlos. Useche et al., (2019).

De la misma forma, la presente tesis se agrupa a un diseño no experimental porque manifiesta características en las cuales; ya que se observan las variables tal como se presentan, no se cambia por cuenta propia, para ello tomamos la construcción aporticado con 5 pisos.

El Diseño no experimental a la vez se presentan dos formas generales:

El diseño se enmarca en el tipo **transversal**, siguiendo la clasificación de Diseños Transeccionales mencionada por el mismo Useche et al., (2019).

### **Enfoque de investigación:**

Se sostiene que el criterio desarrollado en este trabajo, dado por el autor Hernández, Fernandez y Baptistia (2010), “el resumen de la base de datos es útil para justificar la teoría en principio de los análisis estadísticos y cálculo de números, en función de establecer las suposiciones y renovar los modelos del comportamiento”. De esta forma ya expuesto, el enfoque es **cuantitativo**, por ende, la investigación debe tener resultados, estos deben de ser de interés para la sociedad, para mejorar o solucionar problemas de la sociedad de un territorio o un país. Desde ese punto en este estudio la describimos en un enfoque cuantitativo; por medio del juicio de expertos, recolección de datos.

VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

**Variable independiente** Disipadores de Energía: Fluido Viscoso y Shear Link Bozzo

### **Definición conceptual:**

#### **Fluido Viscoso**

El principio de los disipadores de energía se basa en disipar por medio del flujo forzado de un fluido (silicona o aceite), estos disipadores de energía viscoso no son dependientes del desplazamiento, pero sí de la magnitud en la que se mueve, por esta razón no varía la estática de la edificación, y ni mucho menos se generan aumentos de esfuerzos en dicha Edificación (sistema pórtico), estos disipadores consisten principalmente en dos partes constituyentes: un cilindro de elevada rigidez y de un pistón. El primer componente lleva dentro un material grasoso de forma fluida, y esta es uniforme frente a la variación de la temperatura y a extensas etapas de tiempo (Anccasi, 2019).

## **Shear Link Bozzo**

Se desarrollaron por primera vez en Francia, estos dispositivos de prevención son altamente eficaces en disipación de energía, a la vez conlleva a una resistencia alta del pandeo y torsión. Estos son familiares cercanos de los dispositivos de control pasivo. Estos conllevan a una solución frente a los sismos, en el Anexo 13 se muestra una ficha técnica con las características del Disipador Shear Link Bozzo, respecto al Disipador SLB estos intervienen rígidamente debido a los tirantes; una entrada adicional es por medio de deformación y flexión en un área específica de la viga nombrado eslabón. También esta graficado la instalación física de un disipador SLB y también de la instalación en una representación estructural (Oviedo, 2008).

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Definición operacional:**

Para este proyecto de investigación el estudio del comportamiento de los elementos sísmicos son estimaciones que dan la norma E.030 diseño sísmico y E.060, concreto de muro armado, los estudio se desempeñan por separado: Fuerzas (cortantes, momento flector), derivas, desplazamientos horizontales, vibración

#### **Dimensiones:**

Las dimensiones de la variable independiente son: Análisis Modal Espectral, Análisis Tiempo Historia

#### **Indicadores:**

Los indicadores de la variable independiente son: derivas(mm), modos de vibración (%), fuerzas sísmicas (Tn.) y fuerzas cortantes (Tn.)

#### **Escala de medición:** Razón

**Variable dependiente** Comportamiento sísmico con Disipadores

#### **Definición conceptual:**

**El comportamiento sísmico**

Representa el análisis frente a los movimientos sísmicos, estos parámetros tienen la función de regular y estabilizar los elementos estructurales de forma distribuida, uniforme, continuo y normal en los diseños de estructura (pórticos). Para eludir el fallo de las cimentaciones en un edificio se debe de comprobar el refuerzo transversal dentro de las columnas (viga-columna), para evitar el colapso; por ende, se propone adicionar disipadores. (Vielma Pérez, 2008).

### **Reforzamiento estructural**

Raigosa tiene concepto de mejorar las estructuras con la función de establecer parámetros altos, los cuales ayuden notablemente en la deficiencia de todos los componentes de una edificación (planta, vigas, columnas y falsopiso), el refuerzo que se establece es de carácter complementario, por ende, se añadirá todo tipo de tecnología y diseño. Así se registraron a lo largo del tiempo como dispositivos de energía sísmica y métodos de carácter pasivos; por eso se emplea en la actual investigación tratar con el comparativo de los 2 métodos de disipación sísmica por fluido viscoso y SLB. (Raigosa Eduardo, p.2).

### **Definición operacional:**

El refuerzo de los elementos estructurales empleando disipador de fluido viscoso, y el shear link bozzo estos mejoran notablemente la homogeneidad de la carga total de la construcción, estarán diseñados en función a la norma E.030; por consiguiente, los modelamientos se diseñarán en el software ETABS.

### **Dimensiones:**

Las dimensiones de la variable independiente son: Disipador de energía de Fluido Viscoso y Disipador Shear Link Bozzo

### **Indicadores:**

Los indicadores de la variable independiente son: Rigidez de brazo metálico, coeficiente alfa, coeficiente de amortiguamiento.

**Escala de medición:** Razón

## **3.3. Población, muestra y muestreo**

## Población

Para Carrasco (2007), "Se refiere a la totalidad de los elementos (elementos de análisis) que forman parte del entorno espacial donde se lleva a cabo la labor de investigación". A continuación, se detalla la población propuesta, en la presente tesis la cual es la edificación aporticada multifamiliar de 5 niveles del distrito de San Miguel - Juliaca, por lo cual de acuerdo al lugar que se desarrollara las pruebas y el área de investigación.

## Muestra

Para Carrasco (2007), "Se trata de una porción o segmento muy relevante de la población, con la particularidad de ser objetiva y auténticamente reflejada por sus características únicas. De tal manera, los resultados presentados en esta muestra buscan representar de manera general a todos los miembros de esa población, en esta investigación la muestra es una edificación aporticada multifamiliar de 5 niveles ubicada en el Jr. San Salvador N° 970 en San Miguel - Juliaca, ya que con la cual se realizará las pruebas y el análisis estructural; la muestra se visualiza en el Anexo 5.

**Tabla 1.** *Ensayos de Laboratorio*

N°	ENSAYOS DE LABORATORIO	NORMA	CANTIDAD	RESULTADO
1	Prueba de resistencia a la compresión – Diamantina	ASTM 17	2	Resistencia a la compresión
2	Esclerometría	NTP 339.181	4	Resistencia a la compresión
3	Análisis Granulométrico	D422-D2216 (ASTM D422)	4	Tipo de suelos (SUCS)
4	Límites de consistencia	ASTM D424 D4318	4	Tipo de suelos (SUCS)
5	Contenido de humedad	ASTM D 2216	4	Tipo de suelos (SUCS)
6	Ensayo de SPT	ASTM D-1586	4	Tipo de Suelo

## Muestreo

Para Otzen y Manterola (2017), "esto conlleva a expresar elementos que estén en un rango muy cercano y de rápido entorno a ejecución de cualquier proyecto de investigación". En este estudio se empleará un método de muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual fue escogido por la disponibilidad y accesibilidad a la vivienda multifamiliar de 5 niveles, para poder obtener datos como

el tipo de suelo y la resistencia a la compresión.

### **Unidad de análisis:**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), "es el elemento señalado el cual será estudiado, constantemente mencionado como una muestra". Bien por lo mencionado, la edificación aporticada multifamiliar de 5 plantas en la ciudad de Juliaca consta la unidad de interés de forma analítica, en este estudio.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Respecto a la técnica de Recolección de datos, de acuerdo con Carrasco (2007)" En este transcurso de recopilación de datos implica la recabación y estructuración de información relacionada con variables, eventos, comunidades que forman parte del análisis". En este estudio, se empleará la observación es de forma directa, dado que se busca llegar a una conclusión de naturaleza no experimental, porque no es manipulable. Con respecto a las técnicas, se empleó la técnica de la recolección de datos, el cual consistió en analizar y extraer información de documentos escritos, como tesis, pruebas o ensayos de laboratorio. Hernández et al. (2014).

Respecto a los Instrumentos de recolección de datos, para Hernández, Fernández y Baptista (2010) "Se trata de una componente altamente precisa que captura la totalidad de los datos, lo que permite evidenciar y explicar el propósito de una investigación de manera completa", el instrumento de recolección de datos que se utilizó en la tesis presente fue una ficha de recolección de datos el cual se muestra en el Anexo 8.

En la validación de instrumentos de recolección de datos, los métodos y las herramientas para poder recopilar los datos para la presente investigación se validaron mediante el juicio de expertos, lo cual se muestra en el anexo 11.

### **3.5. Procedimientos**

1. Identificar la edificación de 5 niveles para poder obtener la información como vigas, columnas, etc. y posteriormente poder realizar el modelamiento estructural
2. Realizar las evaluaciones de suelos en laboratorio, tales (SPT), la prueba de diamantino y testigos, la prueba de Esclerómetro, y el diseño de una edificación aporticada de 5 plantas.

3. Proceder a efectuar el diseño de una vivienda de 5 niveles con sistema de soporte mediante pórticos sin necesidad de refuerzo estructural, empleando el software ETABS y aplicando análisis estático y dinámico según el método de respuesta temporal.

- Definir todas las secciones necesarias (columnas, vigas, losas, etc.)
- Definir todos datos necesarios de las pruebas de laboratorio de campo desde prueba de diamantino y prueba de esclerómetro.
- Modelado de los componentes estructurales

4. A partir de los ensayos ya resueltos en función de ello, se proyecta el diseño de la vivienda aporricada sin reforzamiento estructural; el procedimiento fue realizado juntamente con la añadidura del diseño de los dispositivos fluido viscoso y disipador Shear Link Bozzo, para cada caso.

5. Procederemos a abrir el software Etabs para consecutivamente ejecutar una edificación aporricada de 5 pisos con el disipador de fluido viscoso.

6. Procederemos a realizar el modelamiento de la edificación de 5 pisos con el disipador de Shear Link Bozzo.

7. Realizar la comparación de resultados entre la edificación sin ningún reforzamiento, la estructura con el dispositivo de disipación de Shear Link Bozzo y de energía viscoso

### **3.6. Método de análisis de datos**

Según Hernández y Mendoza (2018), “Cada vez es más común el empleo de computadoras, mayoritariamente en función del análisis de datos en investigaciones, con el propósito de fortalecer la precisión de las mediciones de la variable dependiente. Esto se lleva a cabo de manera altamente eficaz y abarca diversas áreas de estudio.”. Estas tales como: E.030 y FEMA 274. Por consiguiente, el código ASCE 7-16 también se tendrá en cuenta al evaluar la vivienda por su normativa sismorresistente mediante análisis estáticos, espectrales-modales y también análisis de registro temporal en ETABS, en aquí dispondremos la proyección de una edificación previo, prueba de laboratorio de campo en suelos,

nos ayudará a componer datos reales, para la caracterización propia de la edificación.

### **3.7. Aspectos éticos**

El presente plan de tesis se adecua a las normas y en respeto con los señores autores, por tal motivo, están debidamente referidos en citas y bibliografías de cada parte de esta tesis: gráficos, tablas, figuras; debidamente en cada hoja de cada capítulo. También en el presente trabajo se utilizarán diversas normativas de forma internacional como nacional: ASCE 7-16, Norma FEMA 274, E030, también se utilizará el software ETABS, con el cual se desarrollará los procedimientos y modelación de los disipadores y plano en general.

## **IV. RESULTADOS**

Aspectos Amplios del proyecto

Designación de la tesis.

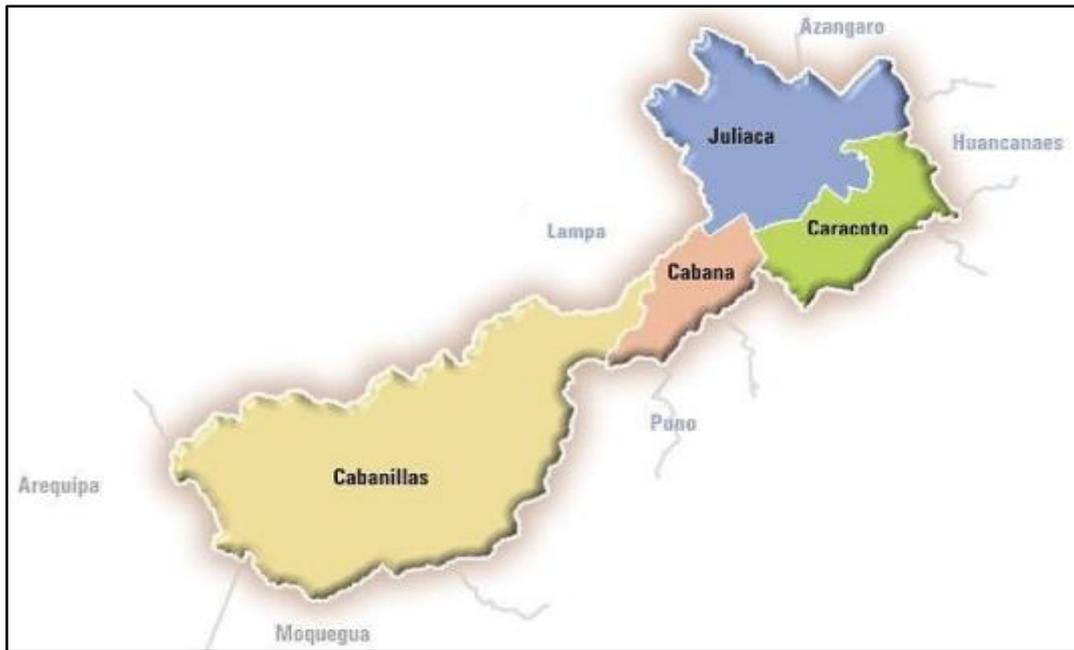
“Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico de una Vivienda Multifamiliar y propuesta de Reforzamiento con disipadores de energía, Juliaca 2023”

Ubicación política

El proyecto actual se encuentra situado en Juliaca

Población total de la provincia: 280,334 habitantes.

En la siguiente figura se puede ver la localización geográfica de la Ciudad de Juliaca.



**Figura 20.** Localización geográfica.

### **Descripción de la vivienda multifamiliar de 5 pisos**

La edificación presentada es en el Jr. San Salvador N° 970 en Juliaca, comprende una vivienda la cual es de cinco pisos con una superficie total de 144 metros cuadrados y un perímetro de 52 metros. La estructura se desarrolló con plantas típicas en cada uno de los cinco niveles, presentando una altura de 3.00 metros en el primer nivel y de 2.50 metros del segundo al quinto nivel, además de un voladizo de 80 centímetros hacia la calle. Ver figura 21.

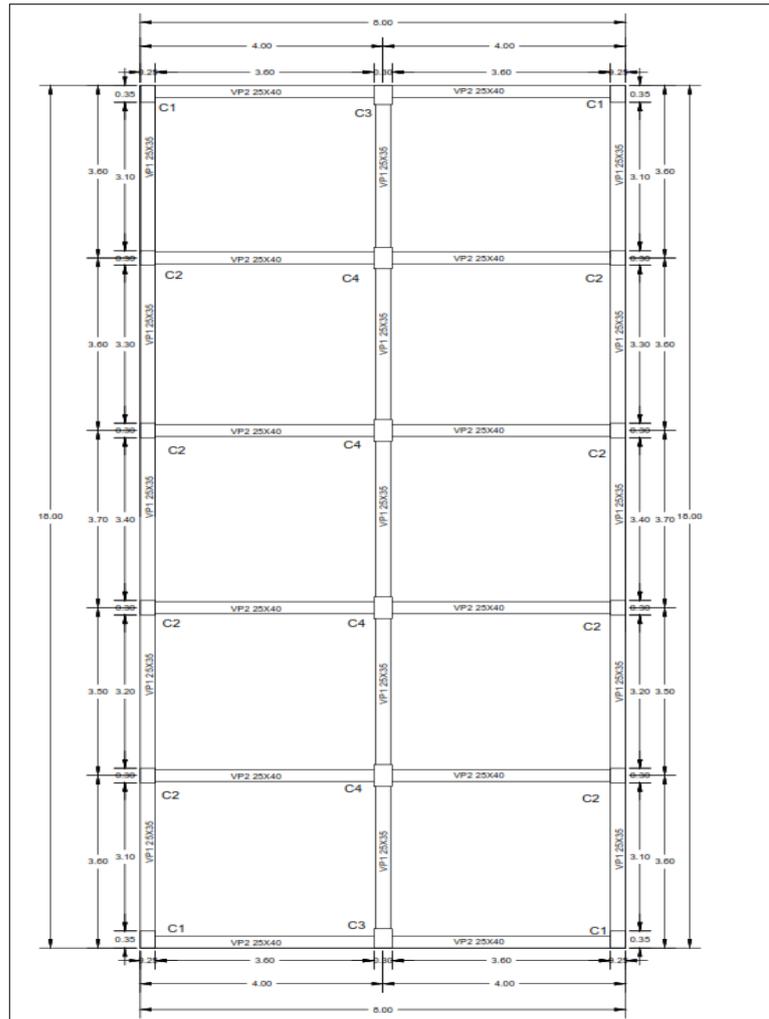
Los detalles sobre las características del suelo se derivan de pruebas como el ensayo de testigos diamantinos, ensayo de evaluación del concreto por el esclerómetro que incluye los ensayos requeridos y ensayo de penetración estándar SPT,



**Figura 21.** Vivienda multifamiliar de 5 niveles

### **Planta del proyecto**

Las dimensiones de la planta del edificio abarcan 8.00 m. en el sentido X y 18.00 m. en el sentido Y. Su distribución implica la presencia de múltiples ejes, con ejes numerados del 1 al 6 en la dirección Y; y designados con letras de la A a la C en la dirección X. Ver figura 22.



**Figura 22.** Plano de Planta de edificación aporcionada de 5 pisos

seguidamente se muestran los resultados de pruebas de laboratorio. La imagen exhibe la prueba más básica y una importante Granulometría.

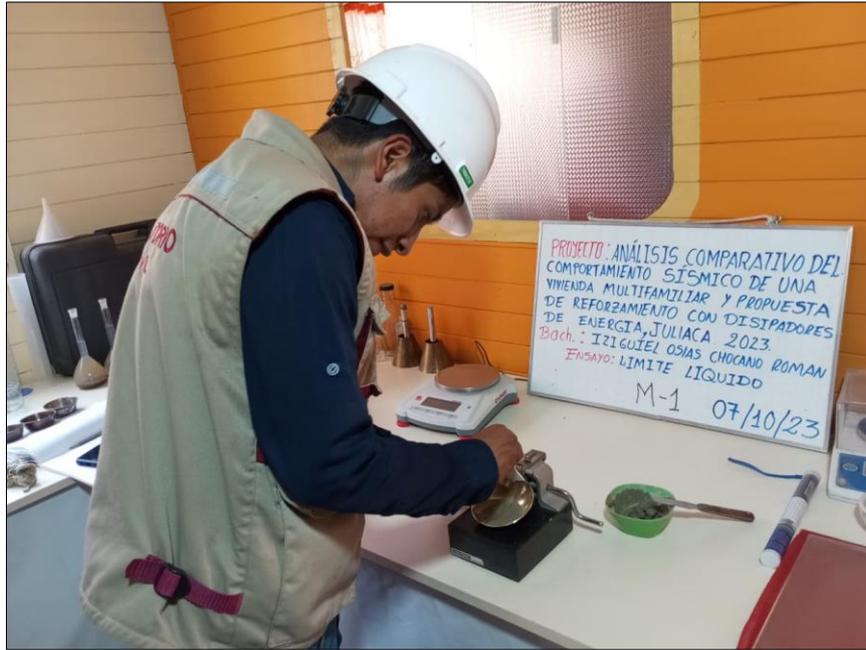


**Figura 23.** Ensayo de Granulometría

A continuación, muestran los resultados de pruebas de laboratorio se muestra la ejecución del ensayo de Límites de consistencia; figura 24 y 25.



**Figura 24.** Límites de Consistencia - Limite plástico



**Figura 25.** Límites de Consistencia - Limite liquido

Los resultados del ensayo de contenido de humedad se presentan en la Figura 26, según las pruebas de laboratorio realizadas



**Figura 26.** Contenido de Humedad.

En las figuras 27 y 28 se muestra el desarrollo en el campo de la edificación de 5 pisos (Ensayo de Penetración Estándar)



**Figura 27.** Ensayo de SPT.



**Figura 28.** Ensayo de Penetración Estandar

En las figuras 29 y 30 se puede apreciar los ensayos de esclerómetro en vigas y el ensayo de esclerómetro en columnas respectivamente.



**Figura 29.** Esclerómetro en Viga.



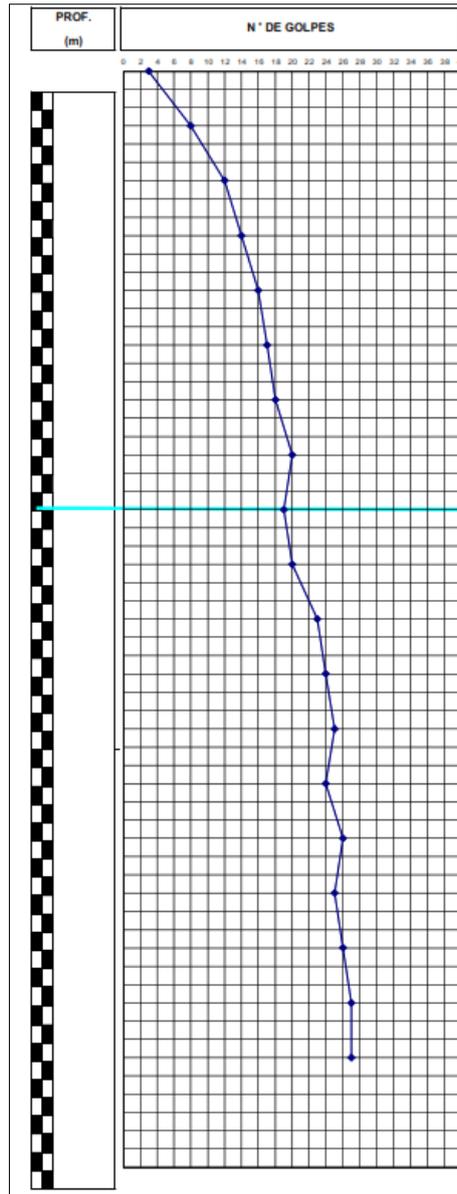
**Figura 30.** Esclerómetro en Columna.

Seguidamente se obtuvo el número de golpes con el ensayo SPT, cuyos resultados se ven en la tabla 2 y se visualiza de manera gráfica en la figura 31.

**Tabla 2.** El ensayo SPT proporcionó los datos relativos al número de golpes.

Profundidad		N
		SPT
0.00	0.30	3
0.30	0.60	8
0.60	0.90	12
0.90	1.20	14
1.20	1.50	16
1.50	1.80	17
1.80	2.10	18
2.10	2.40	20
2.40	2.70	19
2.70	3.00	20
3.00	3.30	23
3.30	3.60	24
3.60	3.90	25
3.90	4.20	24
4.20	4.50	26
4.50	4.80	25
4.80	5.10	26
5.10	5.40	27

En la figura 31, está el gráfico de número de golpes en el eje X y en el eje Z se muestra las alturas de niveles del suelo.



**Figura 31.** El ensayo SPT proporcionó los datos relativos al número de golpes.

A través de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, se puede observar el registro del contenido de humedad y los límites de consistencia, estas contenidas en la tabla 3;

**Tabla 3.** Datos del contenido de humedad.

CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Muestra	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	%	DESCRIPCIÓN	
1	Limite Liquido	23.98	Indice de plasticidad	NP
	Limite Plastico	NP		
2	Limite Liquido	20.32	Indice de plasticidad	NP
	Limite Plastico	NP		
3	Limite Liquido	24.09	Indice de plasticidad	NP
	Limite Plastico	NP		

En la tabla 4; con ayuda de las pruebas de laboratorio se puede apreciar el registro de granulometría.

**Tabla 4.** Las muestras fueron sometidas a los análisis granulométricos correspondientes.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
N° Muestra	DESCRIPCIÓN	%	Descripción de las muestras				
			INDICE		CLASIFICACIÓN	TIPO	OBSERVACIONES
1	Limite Liquido	23.98	Indice de plasticidad	NP	SUCS	SM	Material de color café claro
	Limite Plastico	NP					
2	Limite Liquido	20.32	Indice de plasticidad	NP	SUCS	SP - SM	Material de color gris claro
	Limite Plastico	NP					
3	Limite Liquido	24.09	Indice de plasticidad	NP	SUCS	SM	Material de color café claro
	Limite Plastico	NP					

En la tabla 5; con ayuda de las pruebas de laboratorio se puede apreciar el registro del martillo esclerómetro, y en la tabla 6 un resumen de estos.

**Tabla 5.** Las muestras fueron sometidas a los análisis del esclerómetro.

<b>ZONA</b> : COLUMNA N° 1 - PRIMER PISO (25X35 Cm) <b>Diseño</b> : 210 Kg/cm2						
Nro. TOTAL DE GOLPES	f'c CALCULADA Kg/Cm <sup>2</sup>	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	205	-	11/10/2023	31 AÑOS	98	0°
<b>ZONA</b> : COLUMNA N° 2 - PRIMER PISO (25X30 Cm) <b>DISEÑO</b> : 210 Kg/cm2						
Nro. TOTAL DE GOLPES	f'c CALCULADA Kg/Cm <sup>2</sup>	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	195	-	11/10/2023	31 AÑOS	93	0°
<b>ZONA</b> : VIGA PRINCIPAL 1 - PRIMER PISO (25X35 Cm) <b>DISEÑO</b> : 210 Kg/cm2						
Nro. TOTAL DE GOLPES	f'c CALCULADA Kg/Cm <sup>2</sup>	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	205	-	11/10/2023	31 AÑOS	98	0°
<b>ZONA</b> : VIGA PRINCIPAL 2 - PRIMER PISO (25X40 Cm) <b>DISEÑO</b> : 210 Kg/cm2						

Nro. TOTAL DE GOLPES	f'c CALCULADA Kg/Cm <sup>2</sup>	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	220	-	11/10/2023	31 AÑOS	105	0°

En la tabla 6, está el breve un resumen de muestras que se sometieron al ensayo del esclerómetro.

**Tabla 6.** Los resúmenes de las muestras que fueron sometidas al esclerómetro.

Descripción	f'c (kg/Cm <sup>2</sup> )
<b>C1 (25X35 Cm)</b>	205
<b>C2 (25X30 Cm)</b>	195
<b>VP1 (25X35 Cm)</b>	205
VP2 (25X405 Cm)	220

En la tabla 7, se logra visualizar un breve resumen de la prueba de corazones diamantinos o extracción de muestras diamantinas.

**Tabla 7.** Datos obtenidos de la prueba de resistencia a la compresión de Diamantina

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	$\phi$	AREA	ESF. ROTURA	F'C	%	%CORREGIDO
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>		
1	Briqueta de prueba N 4.90 X 10.40 Cm	3680	4.9	19	195.1	210	92.92%	92.92%
	Columna 3 Primer piso(30 Cm x 40 Cm)							
2	Briqueta de prueba N 4.90 X 10.60 Cm	3550	4.9	19	188.2	210	89.63%	89.63%

Columna 4 Primer piso(30 Cm x 45 Cm)							
--------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

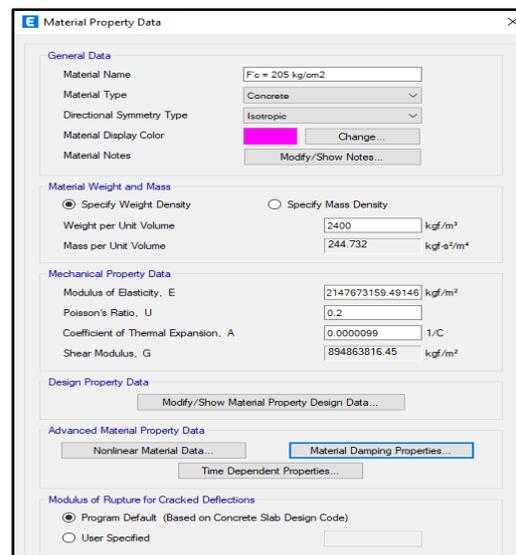
## Modelamiento estructural

Inicialmente, se utilizará el programa AutoCAD para la concepción inicial de la estructura, enfocado en determinar sus dimensiones. Luego, se empleará el Software ETABS versión 20 por ende ejecutar un estudio sísmico más complejo del edificio de cinco niveles, abarcando elementos estructurales, componentes, dimensiones y especificaciones. Los resultados se obtendrán mediante ensayos de esclerómetro y diamantina.

Especificaciones:

- Concreto:
  - Columna 1 (25x35 cm)
    - $F'c = 205 \text{ kg/cm}^2$
    - $E_c = 214767.32 \text{ kg/cm}^2$
    - $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

En la figura 32 se visualiza la creación del material de concreto ( $F'c=205 \text{ kg/cm}^2$ ) para la columna 1.



**Figura 32.** Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna C1.

- Columna 2 (25x30 cm)
  - $F'c = 195 \text{ kg/cm}^2$
  - $E_c = 209463.60 \text{ kg/cm}^2$
  - $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

En la figura 33 se visualiza la creación del material de concreto ( $F'c=195 \text{ kg/cm}^2$ ), para la columna 2.

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box with the following values:

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	F'c = 195 kg/cm2	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	[Color swatch]	
	Material Notes	Modify/Show Notes...	
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	
	Specify Mass Density	<input type="radio"/>	
	Weight per Unit Volume	2400	kgf/m³
	Mass per Unit Volume	244.732	kgf-s²/m⁴
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	2094636006.56533	kgf/m²
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
	Shear Modulus, G	872765002.74	kgf/m²
Design Property Data	Modify/Show Material Property Design Data...		
Advanced Material Property Data	Nonlinear Material Data...		
	Material Damping Properties...		
	Time Dependent Properties...		
Modulus of Rupture for Cracked Deflections	Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)	<input checked="" type="radio"/>	
	User Specified	<input type="radio"/>	

**Figura 33.** Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna C2.

- Columna 3 (30x40 cm)
  - $F'c = 195 \text{ kg/cm}^2$
  - $E_c = 209463.60 \text{ kg/cm}^2$
  - $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

En la figura 34 se visualiza la creación del material de concreto ( $F'c=195 \text{ kg/cm}^2$ ), para la columna 3.

**Figura 34.** Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna C3.

- Columna 4 (30x45 cm)
  - $F'c = 188 \text{ kg/cm}^2$
  - $E_c = 205669.64 \text{ kg/cm}^2$
  - $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

En la figura 35 se visualiza la creación del material de concreto ( $F'c=188 \text{ kg/cm}^2$ ), para la columna 4.

**Figura 35.** Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna C5.

- Viga Principal 1 (25x35 cm)

- $F'c = 205 \text{ kg/cm}^2$
- $E_c = 214767.32 \text{ kg/cm}^2$
- $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

En la figura 36 se visualiza la creación del material de concreto ( $F'c=205 \text{ kg/cm}^2$ ), para la viga principal 1.

**Figura 36.** Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna VP1.

- Viga Principal 2 (25x40 cm)
  - $F'c = 220 \text{ kg/cm}^2$
  - $E_c = 222485.95 \text{ kg/cm}^2$
  - $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

En la figura 37 se visualiza la creación del material de concreto ( $F'c=220 \text{ kg/cm}^2$ ), para la viga principal 2.

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  kgf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume:  kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E:  kgf/m<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C

Shear Modulus, G:  kgf/m<sup>2</sup>

**Design Property Data**

**Advanced Material Property Data**

**Modulus of Rupture for Cracked Deflections**

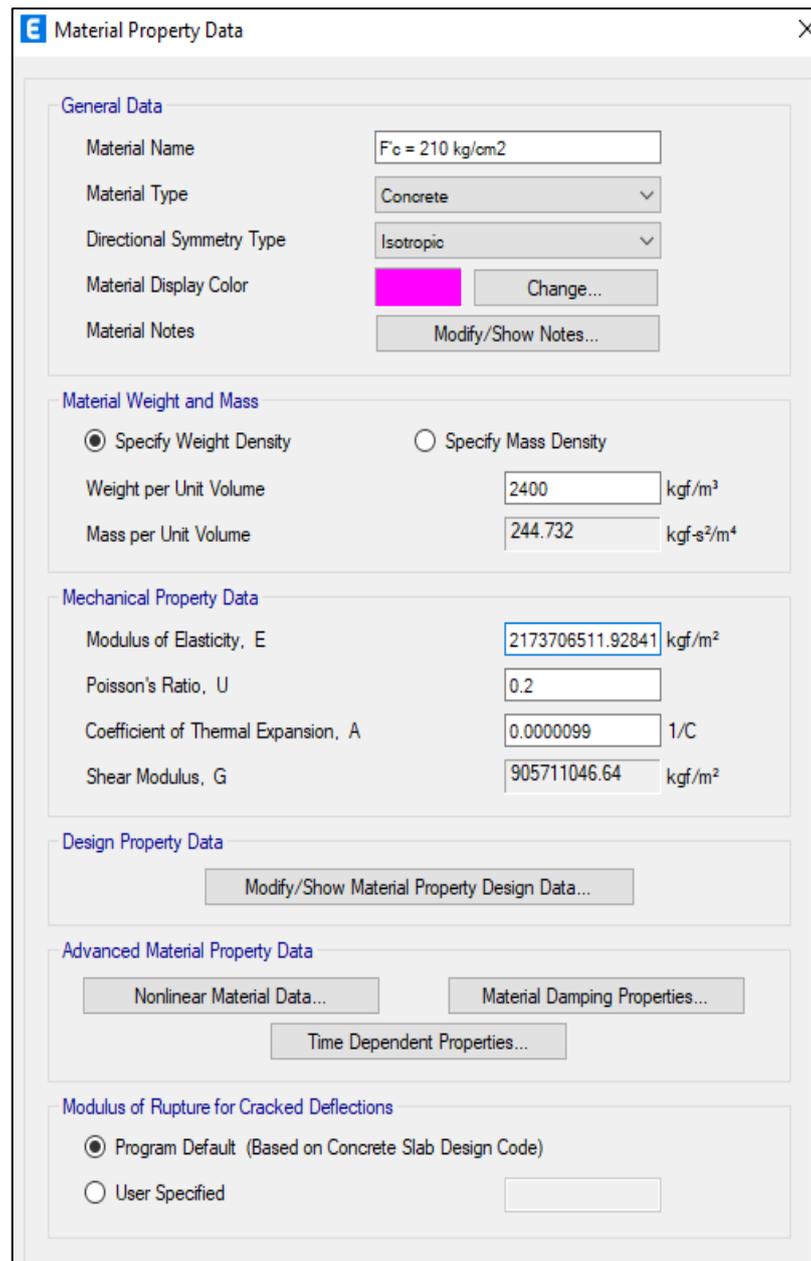
Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified

**Figura 37.** Se usó el Software Etabs para determinar las características de la columna VP2.

- Losa aligerada de 20 cm
  - $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - $E_c = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$
  - $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

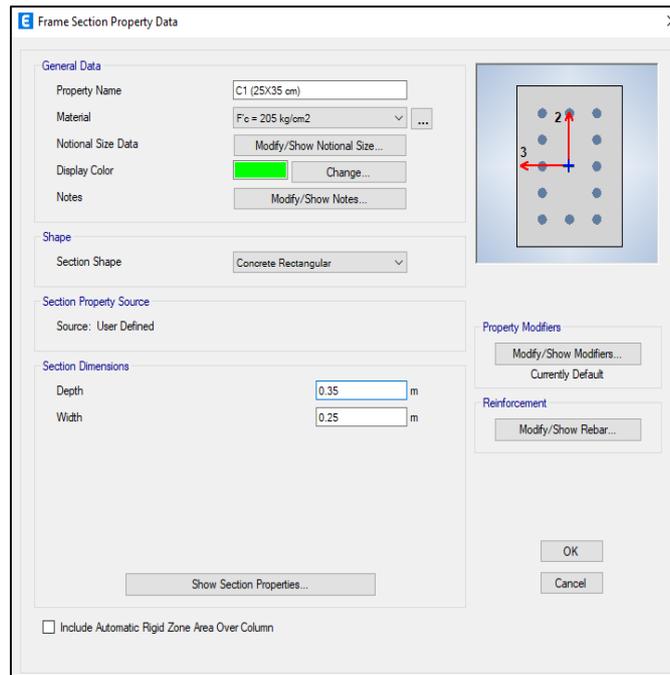
En la figura 38 se visualiza la creación del material de concreto ( $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ), para la losa aligerada de 20 cm.



**Figura 38.** Propiedades la losa aligerada en el Software Etabs.

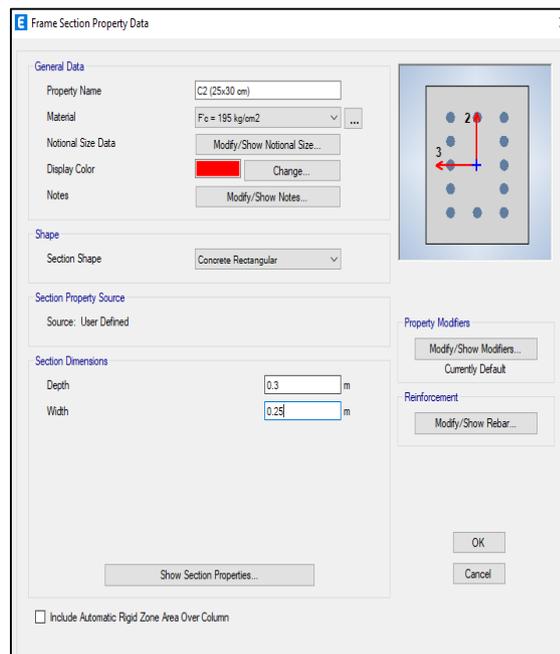
### Definición de secciones de los Elementos Estructurales

En la figura 39 se observa la definición de sección para la columna 1 (25x35 cm)



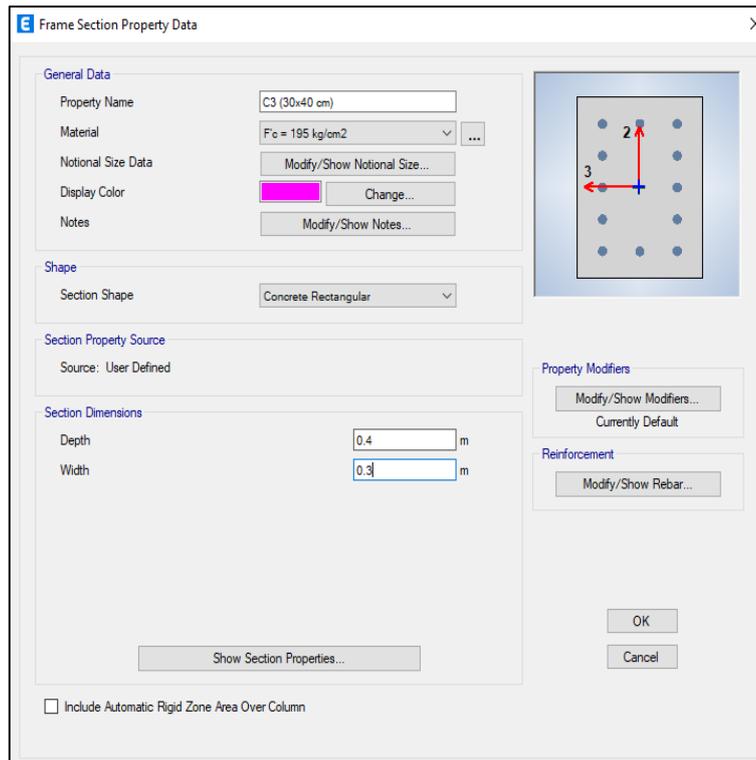
**Figura 39.** Definición de sección de Columna 1 con Software Etabs.

En la figura 40 se observa la definición de sección para la columna 2 (25x30 cm)



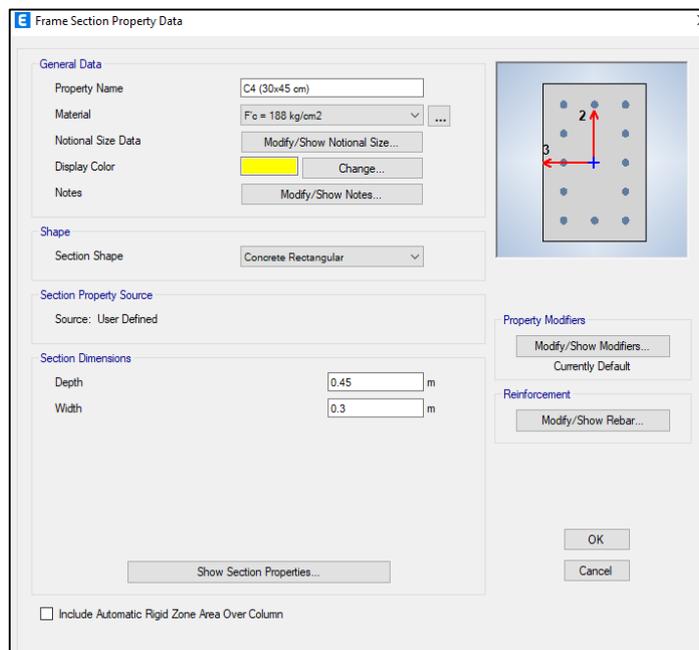
**Figura 40.** Definición de sección de Columna 2 con Software Etabs.

En la figura 41 se observa la definición de sección para la Columna 3 (30x40 cm)



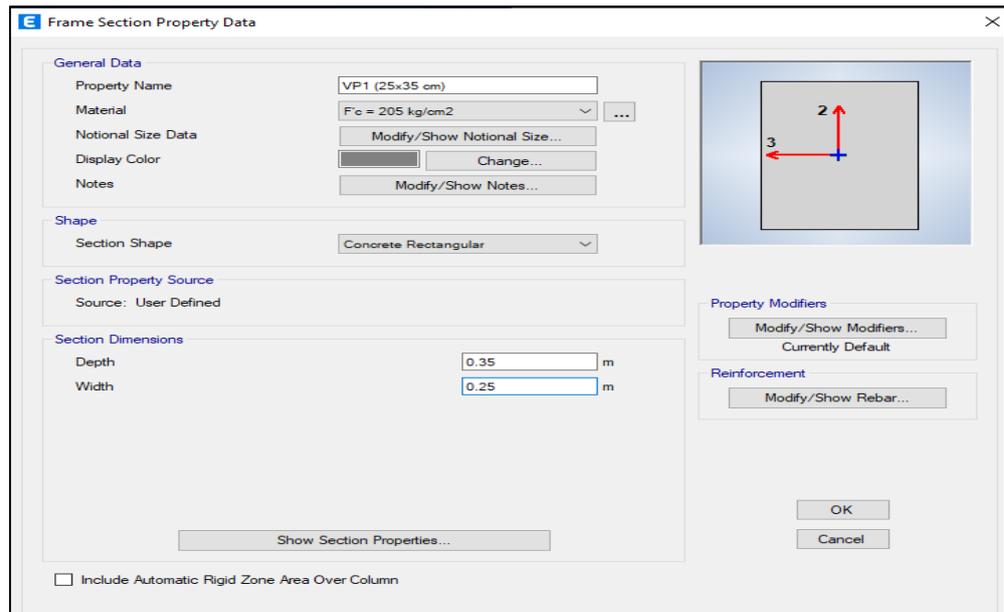
**Figura 41.** Definición de sección de Columna 3 con Software Etabs.

En la figura 42 se observa la definición de sección para la Columna 3 (30x40 cm)



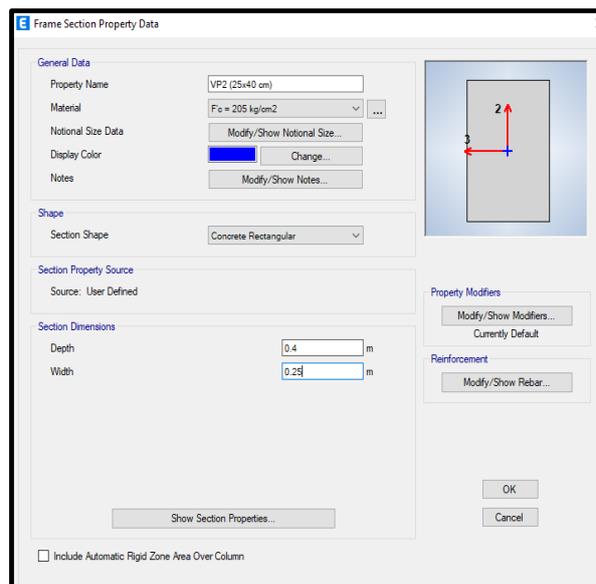
**Figura 42.** Definición de sección de Columna 4 con Software Etabs.

En la figura 43 se observa la definición de sección para la Viga principal 1 (25x35 cm)



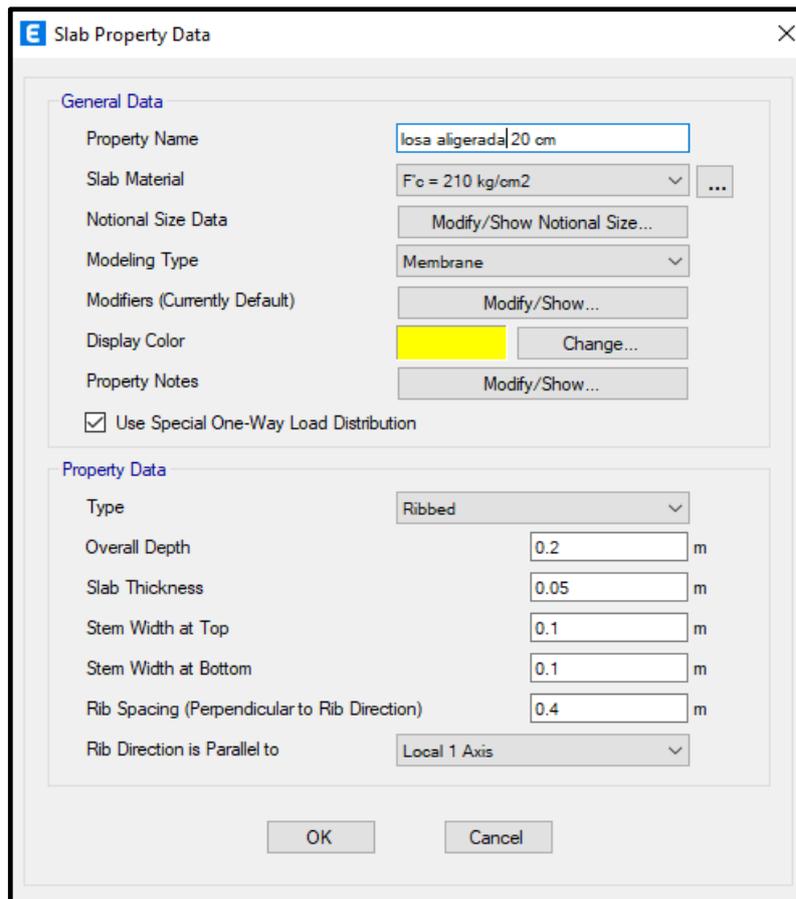
**Figura 43.** Definición de sección de VP1 con Software Etabs.

En la figura 44 se observa la definición de sección para la Viga Principal 2 (25x40 cm)



**Figura 44.** Definición de sección de VP2 con Software Etabs.

En la figura 45 se observa la definición de sección para la losa aligerada de 20 cm



**Figura 45.** Definición de losa aligerada de 20 cm con Software Etabs.

### **Metrado de cargas**

Para este procedimiento, en primer punto la norma E020 estuvo bajo observación y todas sus descripciones; de las mismas formas del conocimiento algunos conocimientos básicos del Reglamento Nacional de Edificaciones al llevar a cabo el modelamiento estructural del edificio de 5 pisos; de las cuales describiremos y ejecutaremos un estudio básico como algunos valores propios de la edificación.

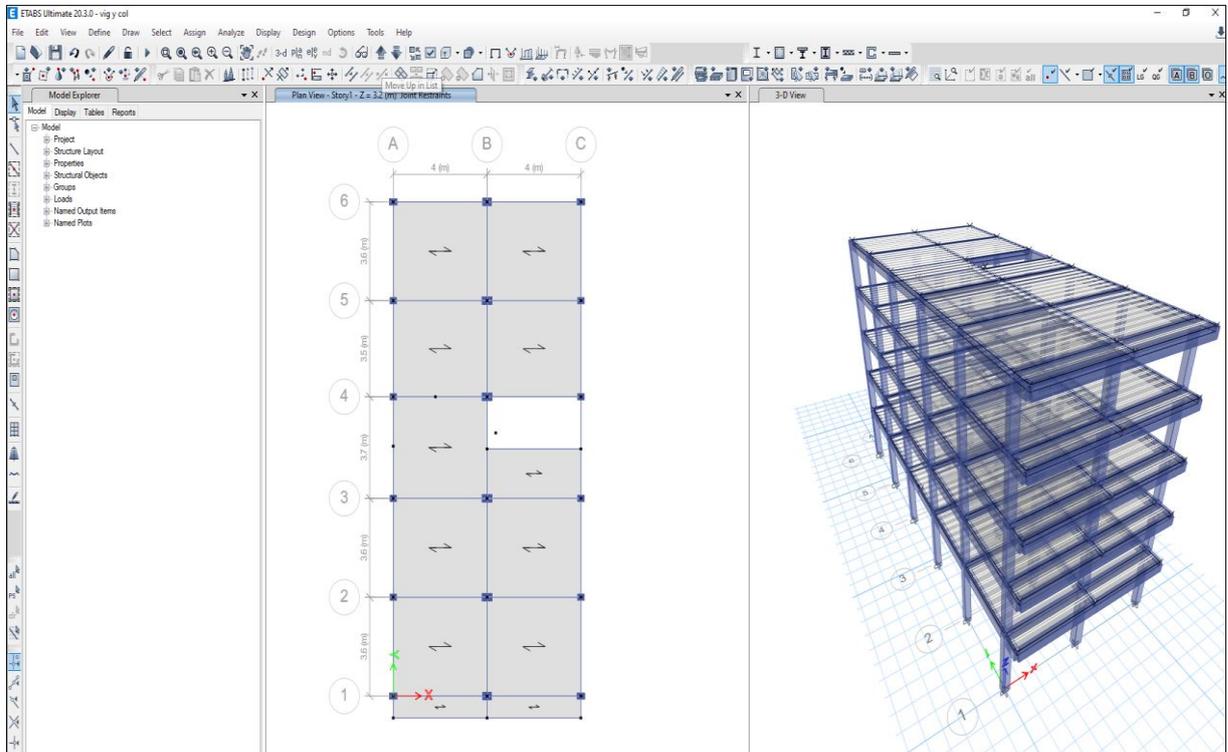
#### **Carga Muerta (CM):**

- Peso propio de la losa aligerada = 300 kg/cm<sup>2</sup>
- Peso de la tabiquería = 150 kg/m<sup>2</sup>
- Peso de piso terminado= 115 kg/m<sup>2</sup>
- Peso de la escalera= 1200 kg/m

#### **Carga viva (CV):**

- Sobrecarga para edificaciones = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga en techo = 100 kg/m<sup>2</sup>
- Peso de la escalera = 300 kg/m

En la figura 46 se aprecia el modelamiento de la vivienda de cinco niveles.



**Figura 46.** Modelamiento de la vivienda multifamiliar de cinco niveles

Luego, se determinaron los factores para poder efectuar el diseño

sismorresistente según los lineamientos de la Norma E030. Ver Anexo 7

- Respecto al factor de zonificación, la ubicación del edificio de 5 pisos fue el criterio para determinar este valor, teniendo en cuenta que la estructura está situada en Juliaca, conforme a lo que establece la norma E030, que le asigna un factor de zonificación de 0.35.
- Consignando los valores del perfil de suelo tipo S2 es el factor de suelo que caracteriza al terreno blando donde se emplazará el edificio, situado en el Jr. San Salvador N° 970 de la ciudad de Juliaca, según el informe de la mecánica de suelos.

- Definido ya los anteriores valores, se usó la normativa E030 del RNE para hallar el factor de suelo "S", que fue 1.15, es un valor adimensional bien utilizado para diseño, como edificaciones y suelos de toda índole.
- Se determinaron los periodos TL y Tp, con base en la normativa E030 del RNE, después de tener el factor de suelo. Sus valores son de 0.6 y 2 respectivamente, estos también serán usados para el diseño de la edificación.
- Según la normativa E030 del RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), la edificación que se modeló es una edificación de uso multifamiliar y por ende se ubica en la categoría C, donde se emplea el factor 1, de acuerdo con categorías de edificaciones, en el Anexo 07.

A través del Anexo 07, encontramos los demás valores

- Factor de amplificación sísmica ©: Se calcula el factor de amplificación sísmica en función de los periodos en las direcciones X e Y, y luego se aplican las fórmulas que se muestran a continuación:

Si  $T < T_p$  decimos que valor es de C es: 2.5

Si  $T_p < T < T_L$  decimos que el valor de C es:  $2.5 * (T_p/T)$

Si  $T_L < T$  decimos que el valor de C es:  $2.5 * (T_p * T_L / T^2)$

- Factor de reducción ®: El factor de reducción se obtiene identificando el tipo de sistema estructural que se utiliza, en el edificio de 5 pisos el sistema estructural modelado es aporticado, y de acuerdo con la tabla 16 se determina que R (factor de reducción) es 8.

A partir del Anexo 07.

- Factores de irregularidad (Ia, Ip): Se determinan estos porcentajes gracias a datos extraídos de tablas que proporciona la norma E030 del RNE, en las que se refiere a algún imperfecto o irregularidad en planta; en función de los ensayos, no se presentó ninguno por lo que el factor de irregularidad es 1.
- Posteriormente, se realizó una verificación para detectar la presencia de irregularidad torsional en el edificio de 5 niveles. Para ello, se aseguraron de

que los valores del ratio de ETABS fueran inferiores a 1.3, lo que indicaría la ausencia de irregularidad torsional. En el caso del edificio residencial de 5 niveles, no se detectó ninguna irregularidad torsional. La validación de esto se ilustra en la figura siguiente.

Story	Output Case	Case Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X m	Max Loc Y m	Max Loc Z m
Story5	Deriva SEX	Combination	Diaph D5 X	0.006893	0.006822	1.01	15	4	18	13.2
Story5	Deriva SEY	Combination	Diaph D5 Y	0.00571	0.005347	1.068	23	8	-0.8	13.2
Story4	Deriva SEX	Combination	Diaph D4 X	0.014647	0.014072	1.041	15	4	18	10.7
Story4	Deriva SEY	Combination	Diaph D4 Y	0.013814	0.013067	1.057	23	8	-0.8	10.7
Story3	Deriva SEX	Combination	Diaph D3 X	0.025706	0.024083	1.067	15	4	18	8.2
Story3	Deriva SEY	Combination	Diaph D3 Y	0.024917	0.023725	1.05	23	8	-0.8	8.2
Story2	Deriva SEX	Combination	Diaph D2 X	0.038242	0.035269	1.084	15	4	18	5.7
Story2	Deriva SEY	Combination	Diaph D2 Y	0.038972	0.03729	1.045	23	8	-0.8	5.7
Story1	Deriva SEX	Combination	Diaph D1 X	0.040864	0.037887	1.079	15	4	18	3.2
Story1	Deriva SEY	Combination	Diaph D1 Y	0.058156	0.056308	1.033	10	8	14.4	3.2

**Figura 47.** Comprobación de irregularidad torsional.

- Factor de amplificación sísmica (C):

Por consiguiente, los coeficientes fueron determinados conforme a las directrices de la normativa E030. A continuación, se lleva a cabo el cálculo para estimar el peso. En el siguiente caso, al pertenecer la edificación a la categoría C, se asigna un 100 % a la (CM) y un 25 % a la (CV), ahí apreciamos en la grafico 47.

**Figura 48.** Modelamiento de la vivienda multifamiliar de cinco niveles

Mediante un proceso detallado, se obtuvo resultados relacionados con la masa involucrada y los patrones de vibración. Se tomó en cuenta un patrón por cada piso,

lo que dio como resultado un total de 15 patrones de vibración para el edificio de 5 niveles, como se muestra en la figura 49.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.793	0.3688	0.3107	0	0.3688	0.3107	0	0.0314	0.0522	0.2173	0.0314	0.0522	0.2173
Modal	2	0.769	0.3202	0.5672	0	0.6869	0.8778	0	0.0564	0.0462	0.0171	0.0878	0.0964	0.2343
Modal	3	0.696	0.1936	0.0396	0	0.8826	0.9175	0	0.0037	0.03	0.6583	0.0915	0.1284	0.8926
Modal	4	0.25	0.0135	0.0451	0	0.896	0.9625	0	0.5765	0.1159	0.0139	0.668	0.2443	0.9065
Modal	5	0.243	0.0518	0.019	0	0.9478	0.9816	0	0.2425	0.4512	0.0099	0.9105	0.6955	0.9163
Modal	6	0.219	0.0224	0.0021	0	0.9702	0.9836	0	0.0258	0.2019	0.0575	0.9364	0.8974	0.9738
Modal	7	0.142	0.0003	0.0118	0	0.9705	0.9954	0	0.0277	0.0008	0.0011	0.9641	0.8962	0.9749
Modal	8	0.132	0.014	0.0007	0	0.9845	0.9961	0	0.0017	0.0358	0.0062	0.9658	0.9341	0.9811
Modal	9	0.12	0.0076	0.0002	0	0.9921	0.9962	0	0.0005	0.0193	0.0121	0.9683	0.9534	0.9932
Modal	10	0.098	1.342E-05	0.0031	0	0.9921	0.9993	0	0.0312	0.0001	0.0002	0.9975	0.9535	0.9934
Modal	11	0.086	0.0036	0.0001	0	0.9957	0.9994	0	0.0006	0.0226	0.0025	0.9961	0.9761	0.9959
Modal	12	0.079	0.0021	0.0003	0	0.9978	0.9997	0	0.0012	0.0135	0.0018	0.9993	0.8996	0.9977
Modal	13	0.078	0.0009	0.0003	0	0.9987	1	0	0.0007	0.0058	0.0012	1	0.9954	0.9989
Modal	14	0.064	0.0006	4.889E-06	0	0.9993	1	0	1.472E-05	0.0021	0.0006	1	0.9975	0.9995
Modal	15	0.059	0.0007	1.561E-06	0	1	1	0	4.85E-06	0.0025	0.0005	1	1	1

**Figura 49.** Masas participativas y modos de vibración y en el programa Etabs. En consideración al primer objetivo específico de esta investigación.

Por lo cual, en la ejecución del estudio de fuerzas equivalentes, la precaución es indispensable para colocar los valores correctos:

Primeramente, los 2 modos de vibración están dadas en los sentidos X y Y, en función a valores del núcleo de la edificación, es decir; las masas participativas, por ende, estas presentes en breve:

- $T_x=0.793$  y en función a la masa p. de  $U_x=0.3688$
- $T_y=0.769$  y en función a la masa p. de  $U_y=0.5672$

Por lo cual, expuestas las respuestas de los periodos, conforme a lo relativo seguidamente las ecuaciones de dicha normativa estas son:

- $C=2.5*(TP/T)$ , estas objetas a sustitución y la resolución del valor el cual es muy útil para el diseño;  $C=0.0952$  en el eje X
- $C=2.5*(TP/T)$ , también la constante sujeta a sustitución por lo cual está resuelta;  $C=0.1090$  en el eje Y

Seguidamente el valor expuesto de K; la obtención de 2 valores más exactos en cada sentido, para este uso, este siendo referido al periodo fundamental (T), lo cual está expuesto a manifestar que T es un dato más alto que 0.5 segundos:

- $k = (0.75 + 0.5 \cdot T)$ , sustituyéndolo estos resultaran;  $k = 1.1465$  en el sentido X
- $k = (0.75 + 0.5 \cdot T)$ , sustituyéndolo estos resultaran;  $k = 1.1345$  en el sentido Y

Los procesos sistemáticos, estos resueltos conllevan a la resolución de los coeficientes y factores, en seguida el peso estimado y de esta misma forma la opción por una mayoración de un 100%, con base a la CM de la edificación cuyos componentes son estáticos, abajo en la gráfica presente dichas fuerzas, tal como está en la figura 49.

	Story	Output Case	Case Type	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf-m	MX kgf-m	MY kgf-m
▶	Story5	P 100CM + 2...	Combination	Top	103546.3	0	0	0	875674.66	-409025.2
	Story5	P 100CM + 2...	Combination	Bottom	113926.3	0	0	0	969265.66	-450545.2
	Story4	P 100CM + 2...	Combination	Top	244439.4	0	0	0	2092444.49	-975379.6
	Story4	P 100CM + 2...	Combination	Bottom	254819.4	0	0	0	2186035.49	-1016899.6
	Story3	P 100CM + 2...	Combination	Top	385332.5	0	0	0	3309214.33	-1532044
	Story3	P 100CM + 2...	Combination	Bottom	395712.5	0	0	0	3402805.33	-1573564
	Story2	P 100CM + 2...	Combination	Top	525340.2	0	0	0	4517174.43	-2091315.2
	Story2	P 100CM + 2...	Combination	Bottom	535720.2	0	0	0	4610765.43	-2132835.2
	Story1	P 100CM + 2...	Combination	Top	662313.1	0	0	0	5700552.66	-2634803.6
	Story1	P 100CM + 2...	Combination	Bottom	675599.5	0	0	0	5820349.14	-2687949.2

**Figura 50.** Análisis resueltos por el Software Etabs de los pesos sísmicos.

Con mención a los resultados del peso, el calculó del peso por planta como esta presente en la tabla 8, usando los datos proporcionados por Software Etabs, para luego obtener los pesos por piso, como se ve en la tabla 8.

**Tabla 8.** Análisis de Fuerzas por pisos de pesos resueltas en el Software Etabs.

Story Forces									
Story	Output Case	Case Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
				Kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Story5	P 100CM + 25 CV	Combination	Top	103546.3	0	0	0	875674.66	-409025.2
Story5	P 100CM + 25 CV	Combination	Bottom	113926.3	0	0	0	969265.66	-450545.2
Story4	P 100CM + 25 CV	Combination	Top	244439.4	0	0	0	2092444.49	-975379.6
Story4	P 100CM + 25 CV	Combination	Bottom	254819.4	0	0	0	2186035.49	-
Story3	P 100CM + 25 CV	Combination	Top	385332.5	0	0	0	3309214.33	-1532044
Story3	P 100CM + 25 CV	Combination	Bottom	395712.5	0	0	0	3402805.33	-1573564
Story2	P 100CM + 25 CV	Combination	Top	525340.2	0	0	0	4517174.43	-
Story2	P 100CM + 25 CV	Combination	Bottom	535720.2	0	0	0	4610765.43	-
Story1	P 100CM + 25 CV	Combination	Top	662313.1	0	0	0	5700552.66	-
Story1	P 100CM + 25 CV	Combination	Bottom	675599.5	0	0	0	5820349.14	-

A partir de los pesos asociados a cada nivel, se inicia la suma de estos valores, resultando en una cifra total numérica de 675.596 toneladas. Para calcular la fuerza cortante, se sustituye este número en la ecuación establecida por la normativa E030 del RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), la cual se detalla a continuación:

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

La fórmula se aplica a los datos, tanto en el sentido X como en el sentido Y, y se obtienen las siguientes fuerzas de corte:

$$V_x = 64.296 \text{ Tn}$$

$$V_y = 73.669 \text{ Tn}$$

Ya dispuestos todos los valores que son de suma utilidad se efectua a operar las fuerzas laterales, dicha distribución es en cada piso de la misma edificación, por lo cual se efectuara en breve:

$$F_i = \alpha_i * V$$

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

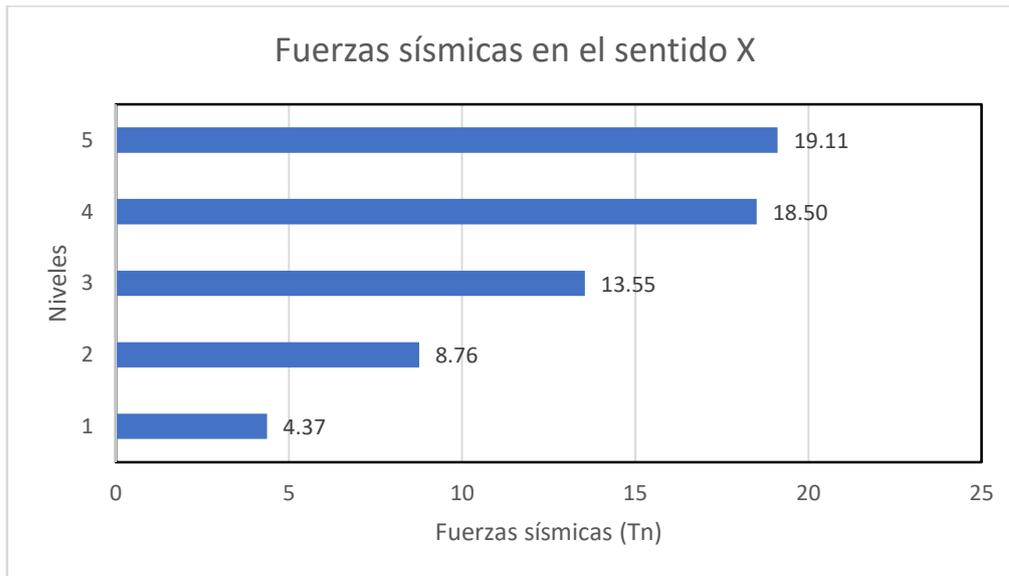
Las bases de los valores presentes están bajo la conformación de la normativa peruana, también en condición de la normativa ASCE-7-16, los valores “hi” y “hj” estas están en función de la altura desde la base de la misma hasta el nivel respectivo para este caso 8 (incluyendo la azotea), P es el peso sísmico, y “k” es el valor hallado con la normativa E030, con esta información se calculó el valor de “α”, que se denomina como factor de distribución vertical.

Luego se procedió a hallar el factor para cada piso, multiplicándolo por el valor de la fuerza cortante de base y obteniendo las fuerzas laterales, que se muestran en la tabla 9.

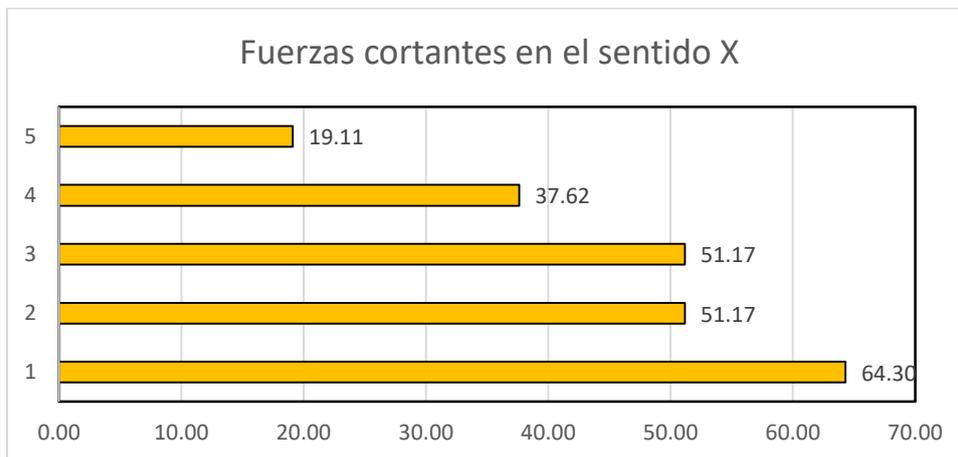
**Tabla 9.** Análisis por cada piso de las fuerzas laterales en el sentido X

PISO	P (kg)	h	hi	hi^k	p*h^k	alfa	Fi	V (kg)	MT accidental
5	113926.3	2.5	13	18.9293653	2156552.56	0.29727906	19113.8251	19113.8251	17202.44256
4	140893.1	2.5	10.5	14.8181345	2087772.9	0.28779784	18504.2214	37618.0465	16653.79929
3	140893.1	2.5	8	10.849074	1528559.66	0.21071074	13547.8368	51165.8833	12193.05309
2	140007.7	2.5	5.5	7.06034338	988502.438	0.13626428	8761.23451	59927.1178	7885.111062
1	139879.3	3	3	3.52386708	492916.06	0.06794809	4368.78356	64295.9013	3931.905205

A breve se puede apreciar en las figuras 51 y 52, aquí veremos un resumen de datos expuestos del análisis de las fuerzas sísmicas y fuerzas cortantes en el sentido X, estas con ausencia de algún reforzamiento.



**Figura 51.** Fuerzas sísmicas en el sentido X



**Figura 52.** Fuerzas cortantes en el sentido X

Se procedió a hallar el factor para cada piso, multiplicándolo por el valor de la fuerza cortante de base y obteniendo las fuerzas laterales, que se muestran en la tabla 10.

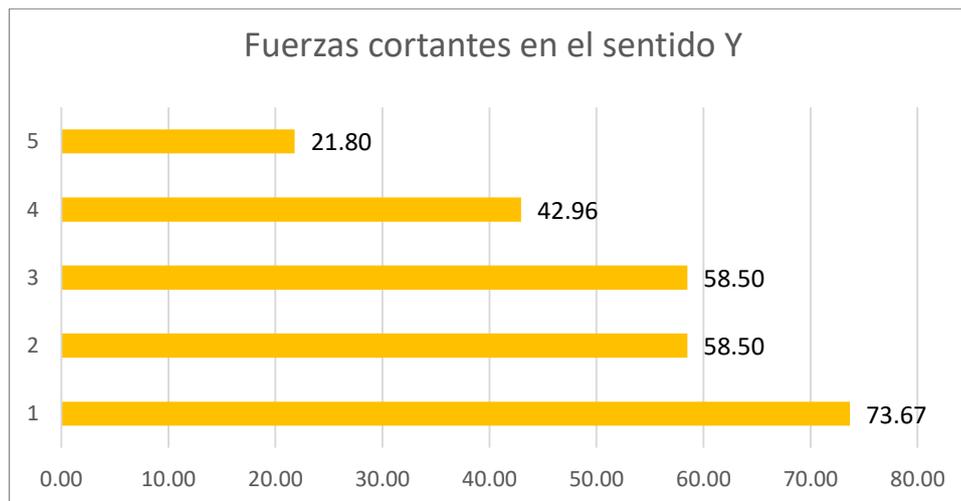
**Tabla 10.** Impacto de los refuerzos en la distribución de las cargas en el sentido Y por pisos.

PISO	P (kg)	h	hi	hi <sup>k</sup>	p*h <sup>k</sup>	alfa	Fi	V (kg)	MT accidental
5	113926.3	2.5	13	18.3556063	2091186.31	0.29592084	21800.3356	21800.3356	8720.134241
4	140893.1	2.5	10.5	14.4058623	2029686.6	0.2872181	21159.2095	42959.5451	8463.683784
3	140893.1	2.5	8	10.5817035	1490889.02	0.21097361	15542.3172	58501.8623	6216.926881
2	140007.7	2.5	5.5	6.91737741	968486.101	0.13704911	10096.3372	68598.1994	4038.534869
1	139879.3	3	3	3.4777156	486460.424	0.06883833	5071.2844	73669.4838	2028.513761

A continuación, en las figuras 53 y 54 se muestran las fuerzas sísmicas y las fuerzas cortantes en el eje X y Y respectivamente, sin ningún tipo de reforzamiento.

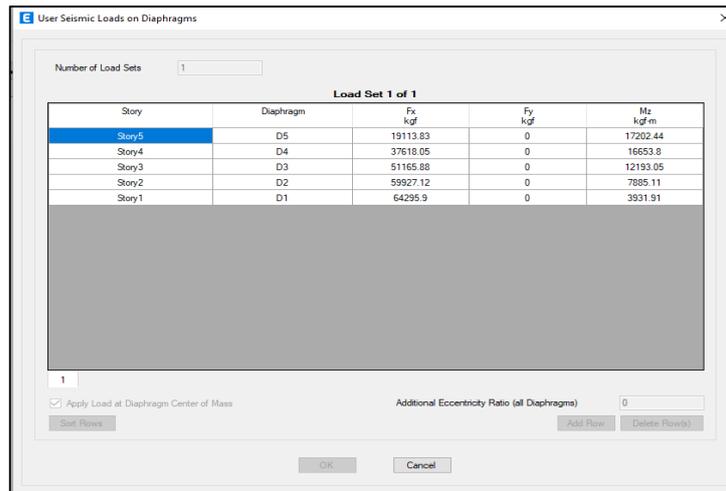


**Figura 53.** Fuerzas sísmicas en el sentido Y

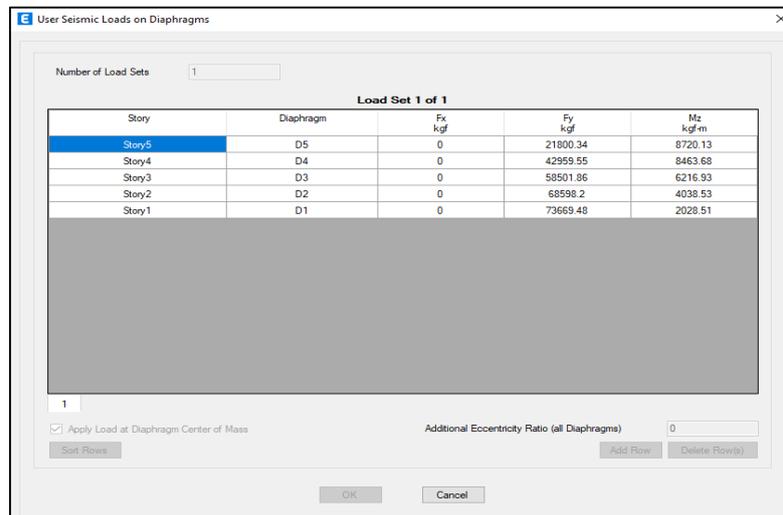


**Figura 54.** Fuerzas cortantes en el sentido Y

El software Etabs, requiere de la inserción de los valores obtenidos; así de esa misma forma como en el sentido X y en el sentido Y; por ende, se visualiza la figura 55 y 56 correlativamente.



**Figura 55.** Inserción de fuerzas sísmicas en el sentido de X.



**Figura 56.** Inserción de las fuerzas sísmicas en el sentido Y.

Se procede a revisar el manual de la Norma E030 Diseño sismorresistente, por el cual, obtenidos los resultados, se revisa los valores críticos del concreto armado por el cual deducimos que la deriva mayor o máxima es del promedio 0.007.

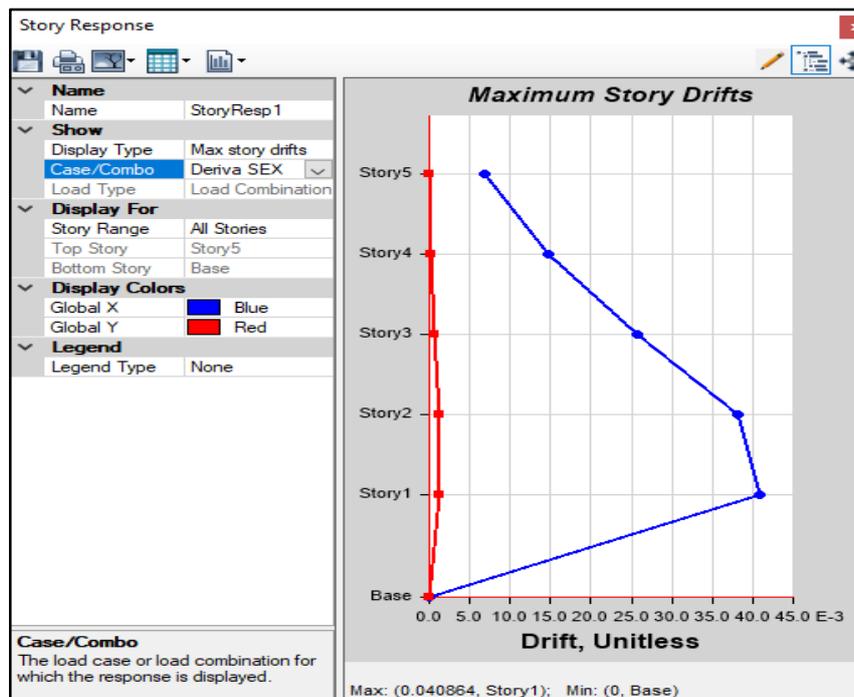
Por consiguiente, el estudio del análisis estático refiere a que no se establece con la norma, dichas derivas son mayores a las permisibles generando una preocupación para el organismo estas se encuentran en el sentido X y con ausencia de refuerzo, las mostramos en breve.

En la figura 56 puede apreciarse el resultado de derivas en el sentido X sin usar ningún tipo de disipador.

Story	Output Case	Case Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	Deriva SEX	Combination	X	0.006893	15	4	18	13.2
Story4	Deriva SEX	Combination	X	0.014647	15	4	18	10.7
Story3	Deriva SEX	Combination	X	0.025706	15	4	18	8.2
Story2	Deriva SEX	Combination	X	0.038242	15	4	18	5.7
Story1	Deriva SEX	Combination	X	0.040864	15	4	18	3.2

**Figura 57.** Derivas en el sentido X sin ningún tipo de reforzamiento.

En la figura 57 se muestra las derives en el sentido X, están con ausencia de algún tipo de refuerzo.



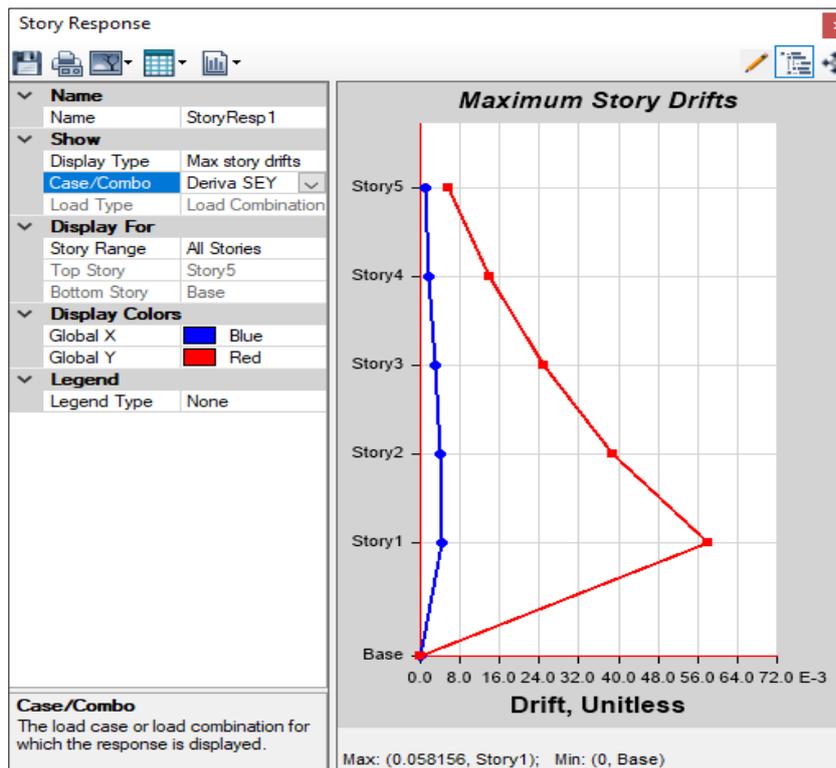
**Figura 58.** Gráfico de las derivas en el sentido de las abscisas X con ausencia de refuerzo.

Se puede visualizar en la figura 58 el resultado de las derivas del análisis estático en dirección Y sin ningún tipo de reforzamiento.

Story	Output Case	Case Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	Deriva SEY	Combination	Y	0.00571	23	8	-0.8	13.2
Story4	Deriva SEY	Combination	Y	0.013814	23	8	-0.8	10.7
Story3	Deriva SEY	Combination	Y	0.024917	23	8	-0.8	8.2
Story2	Deriva SEY	Combination	Y	0.038972	23	8	-0.8	5.7
Story1	Deriva SEY	Combination	Y	0.058156	10	8	14.4	3.2

**Figura 59.** Derivas en el sentido Y con ausencia de refuerzo.

En la figura 59, se observa las derivas en el sentido X con ausencia de refuerzo, por lo cual refleja una escalonada fuerte, estas indican la magnitud del colapso de dicha edificación frente a un posible desastre.



**Figura 60.** Gráfico de las derivas en el eje de las ordenadas Y con ausencia de refuerzo

El proceso: requiere efectuar un breve resumen en el cual indique los porcentajes de dichas derivas, los cuales son importantes para ver el tipo de refuerzo que se va

a realizar, el estudio está dado en función con el análisis estático, veamos los resultados en la tabla 11.

**Tabla 11.** Resultados de derivas con el análisis estático en los sentidos X y Y.

PISO	SISMO ESTÁTICO EN X			SISMO ESTÁTICO EN Y		
	DERIVA	Máximo	RESULTADO	DERIVA	Máximo	RESULTADO
5	0.006893	0.007	CUMPLE	0.00571	0.007	CUMPLE
4	0.014647	0.007	NO CUMPLE	0.013814	0.007	NO CUMPLE
3	0.025706	0.007	NO CUMPLE	0.024917	0.007	NO CUMPLE
2	0.038242	0.007	NO CUMPLE	0.038972	0.007	NO CUMPLE
1	0.040864	0.007	NO CUMPLE	0.058156	0.007	NO CUMPLE

De tal forma observamos en la tabla anterior; que hay varias deficiencias en cuanto a la sismo resistencia, es decir no se establece como una edificación apta o segura. No concuerda con la normativa de la E030 de diseño sismoresistente, por tanto se ve que solo un refuerzo ayudaría a mejorar exponencialmente la edificación. Por otro lado, solo el piso 5 estaría en los rangos de la norma. Realizaremos un estudio más amplio.

### **Análisis Modal Espectral de la edificación sin el uso de disipadores de energía.**

De acuerdo con las indicaciones de la Norma E030, se utiliza la siguiente ecuación en el análisis modal espectral:

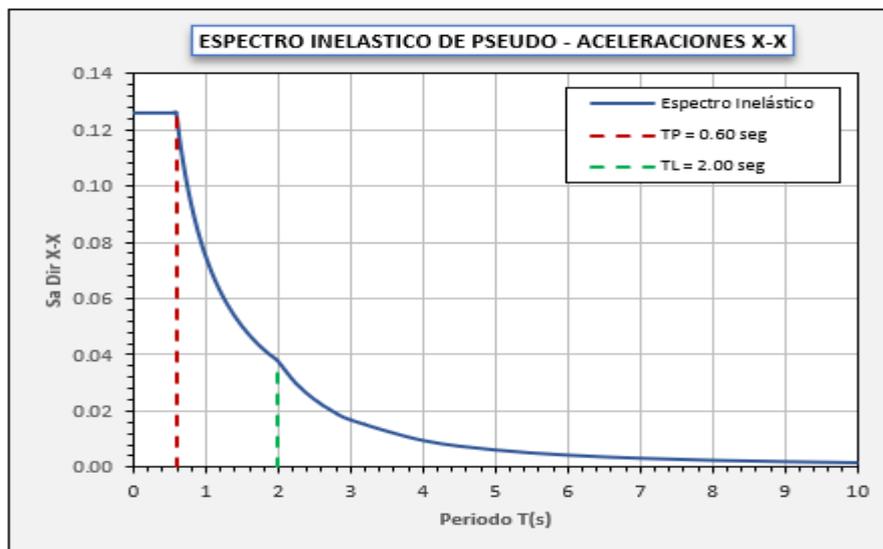
$$a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

La siguiente tabla 12; espectro define algunos parámetros en los cuales se desarrollan los sismos, de acuerdo a la densidad de los sismos, estos son redactados en un resumen del software etabs, para ello se procede a ingresar registros ya porcentuados.

**Tabla 12.** Análisis del resumen de valores del Espectro de diseño.

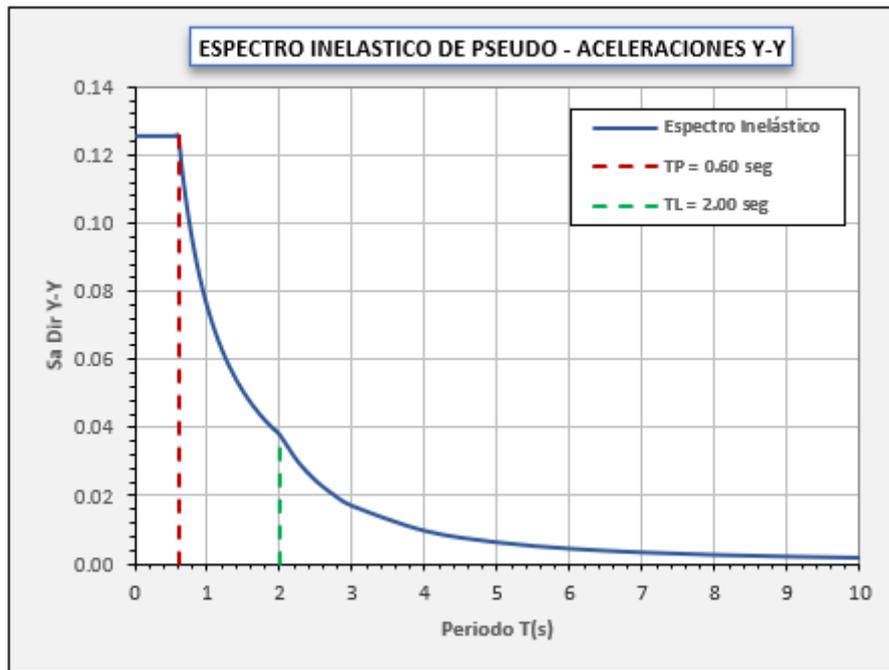
1	0.07547	0.07547	0.05031
1.1	0.06861	0.06861	0.04574
1.2	0.06289	0.06289	0.04193
1.3	0.05805	0.05805	0.0387
1.4	0.05391	0.05391	0.03594
1.5	0.05031	0.05031	0.03354
1.6	0.04717	0.04717	0.03145
1.7	0.04439	0.04439	0.0296
1.8	0.04193	0.04193	0.02795
1.9	0.03972	0.03972	0.02648
2	0.03773	0.03773	0.02516
2.25	0.02981	0.02981	0.01988
2.5	0.02415	0.02415	0.0161
2.75	0.01996	0.01996	0.01331
3	0.01677	0.01677	0.01118
4	0.00943	0.00943	0.00629
5	0.00604	0.00604	0.00403
6	0.00419	0.00419	0.0028
7	0.00308	0.00308	0.00205
8	0.00236	0.00236	0.00157
9	0.00186	0.00186	0.00124
10	0.00151	0.00151	0.00101

A continuación, mostramos las gráficas de los espectros inelásticos de pseudo-aceleración en el sentido X.



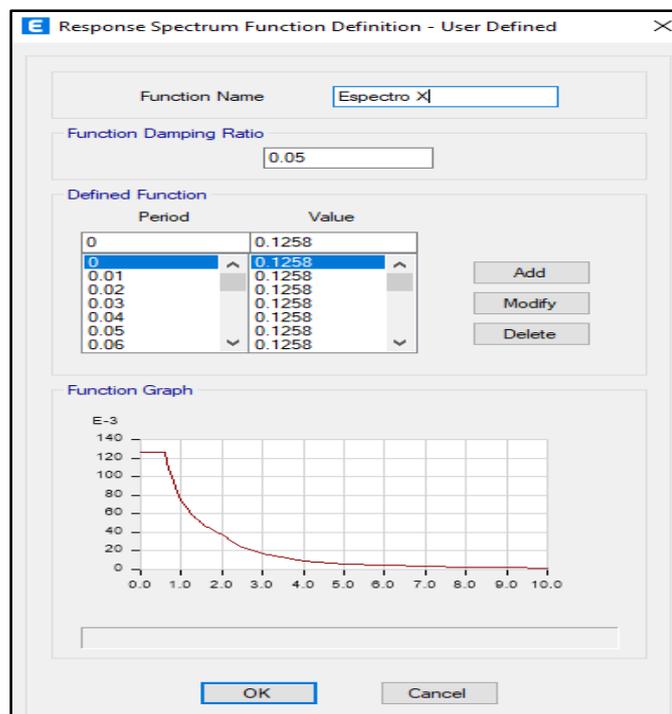
**Figura 61.** Aceleraciones del espectro de diseño en X.

Las gráficas de los espectros inelásticos de pseudo-aceleración en el sentido Y.



**Figura 62.** Aceleraciones del espectro de diseño en Y.

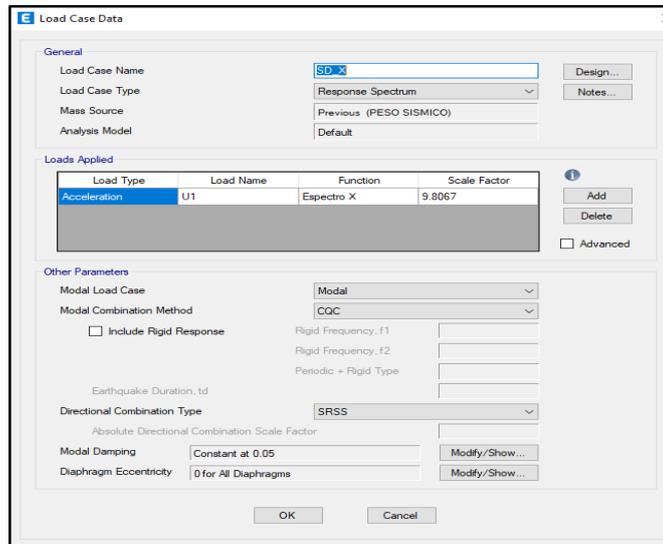
A continuación, se muestra la inserción de los espectros de pseudo-aceleración al software Etabs.



**Figura 63.** Inserción de espectros de pseudoaceleración al Etabs.

En la siguiente figura se muestra la asignación de cargas dinámicas en el Software Etabs, en la cual Ingresamos a la opción Load Case Data, en la cual se ingresa el

espectro de diseño tanto en el eje X como en el eje Y, se ingresa con un valor de la gravedad de 9.8067 y con un valor de amortiguamiento modal del 5%.



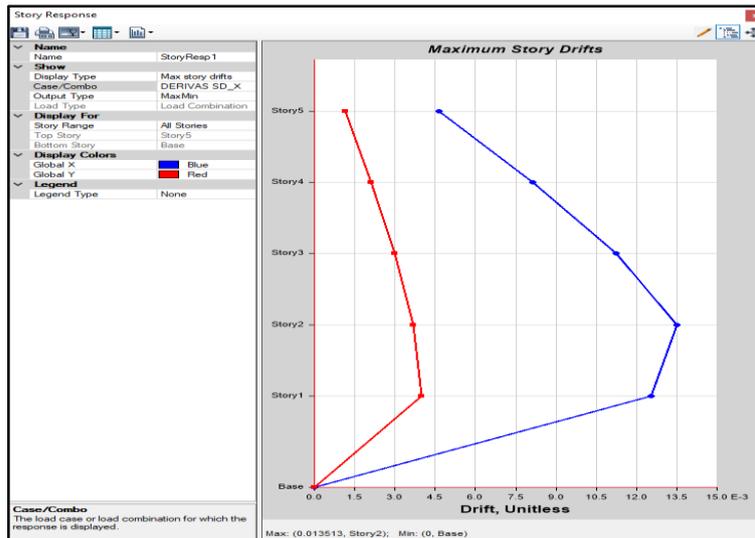
**Figura 64.** Asignación de cargas dinámicas en el Etabs.

Después de asignar las cargas dinámicas en el software, se realiza el análisis modal espectral para los sentidos X y Y. En el resumen del programa, se pueden observar los datos que se muestran en la figura siguiente:

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	DERIVAS_SD_X	Combination	Max	X	0.004629	15	4	18	13.2
Story5	DERIVAS_SD_X	Combination	Max	Y	0.001143	21	0	-0.8	13.2
Story4	DERIVAS_SD_X	Combination	Max	X	0.008118	15	4	18	10.7
Story4	DERIVAS_SD_X	Combination	Max	Y	0.002111	14	0	14.4	10.7
Story3	DERIVAS_SD_X	Combination	Max	X	0.011238	15	4	18	8.2
Story3	DERIVAS_SD_X	Combination	Max	Y	0.002981	3	0	18	8.2
Story2	DERIVAS_SD_X	Combination	Max	X	0.013513	15	4	18	5.7
Story2	DERIVAS_SD_X	Combination	Max	Y	0.003685	14	0	14.4	5.7
Story1	DERIVAS_SD_X	Combination	Max	X	0.012534	15	4	18	3.2
Story1	DERIVAS_SD_X	Combination	Max	Y	0.003971	14	0	14.4	3.2

**Figura 65.** Resultados de análisis espectral en el sentido X.

En la figura 65 se visualiza la gráfica de resultados de la deriva máxima en X.



**Figura 66.** Gráfica de resultados de deriva dinámica en X

Como se ha demostrado en las gráficas de los resultados de las derivas en los sentidos X-Y, a continuación, se describen los resultados del análisis espectral en los mismos sentidos. Estos resultados, denotados por el software ETABS, se seleccionan al ingresar los resultados de las derivas de entrepiso.

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: (([Output Case] = 'DERIVAS SD\_Y') AND ([Step Type] = 'Max'))

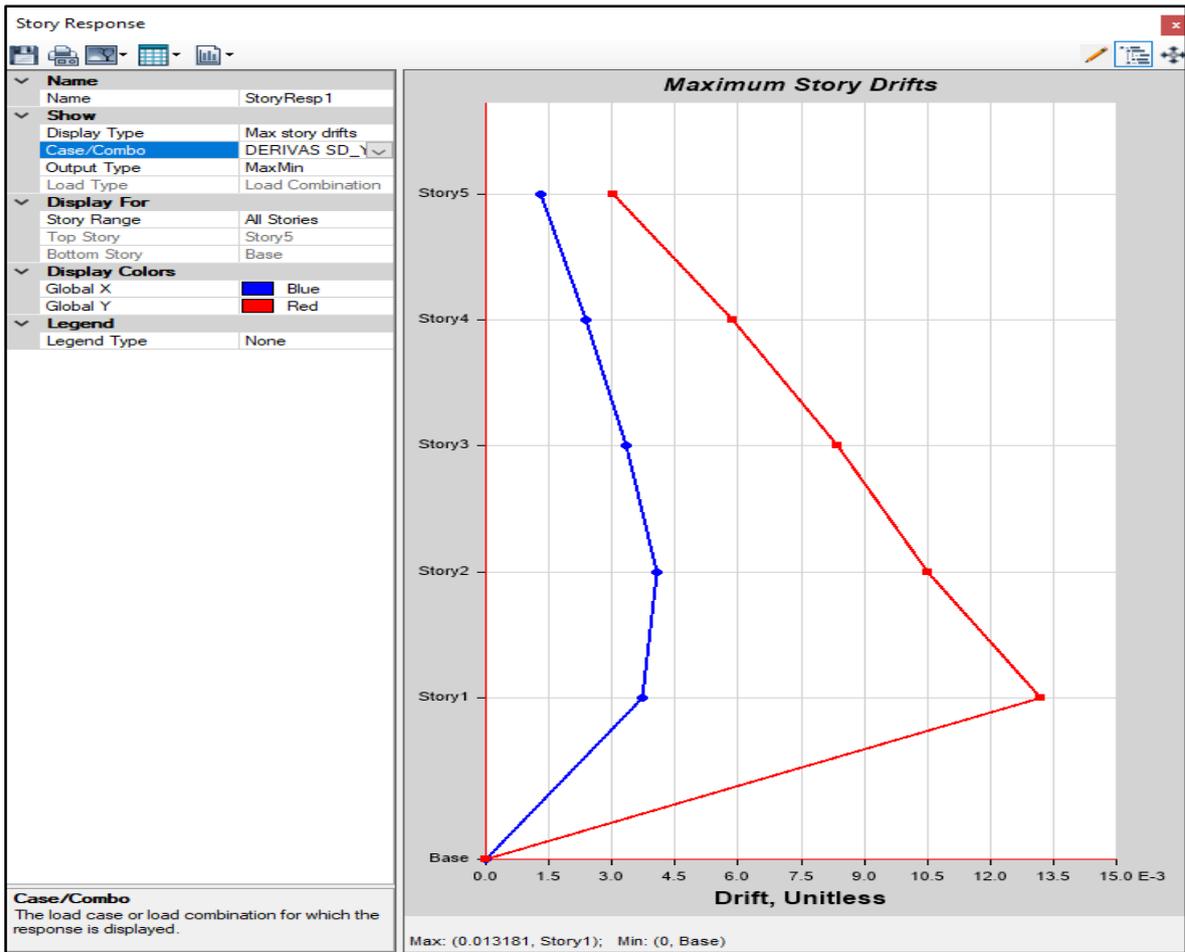
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	DERIVAS SD_Y	Combination	Max	X	0.001303	23	8	-0.8	13.2
Story5	DERIVAS SD_Y	Combination	Max	Y	0.003029	23	8	-0.8	13.2
Story4	DERIVAS SD_Y	Combination	Max	X	0.002372	23	8	-0.8	10.7
Story4	DERIVAS SD_Y	Combination	Max	Y	0.005864	23	8	-0.8	10.7
Story3	DERIVAS SD_Y	Combination	Max	X	0.003332	23	8	-0.8	8.2
Story3	DERIVAS SD_Y	Combination	Max	Y	0.008344	4	8	18	8.2
Story2	DERIVAS SD_Y	Combination	Max	X	0.004075	23	8	-0.8	5.7
Story2	DERIVAS SD_Y	Combination	Max	Y	0.010504	23	8	-0.8	5.7
Story1	DERIVAS SD_Y	Combination	Max	X	0.003739	16	4	0	3.2
Story1	DERIVAS SD_Y	Combination	Max	Y	0.013181	9	8	10.9	3.2

Record: << < 1 > >> of 10

Add Tables... Done

**Figura 67.** Resultados de análisis espectral en el sentido Y.

En la figura 67 se visualiza la gráfica de resultados de la deriva máxima en Y.



**Figura 68.** Gráfica de resultados de deriva dinámica en Y.

Próximamente, se definen los resultados previamente expuestos y se comparan con la normativa E030, tal como se ilustra en la Tabla 13. Estos están en función del estudio del análisis de sismo dinámico para ambos sentidos.

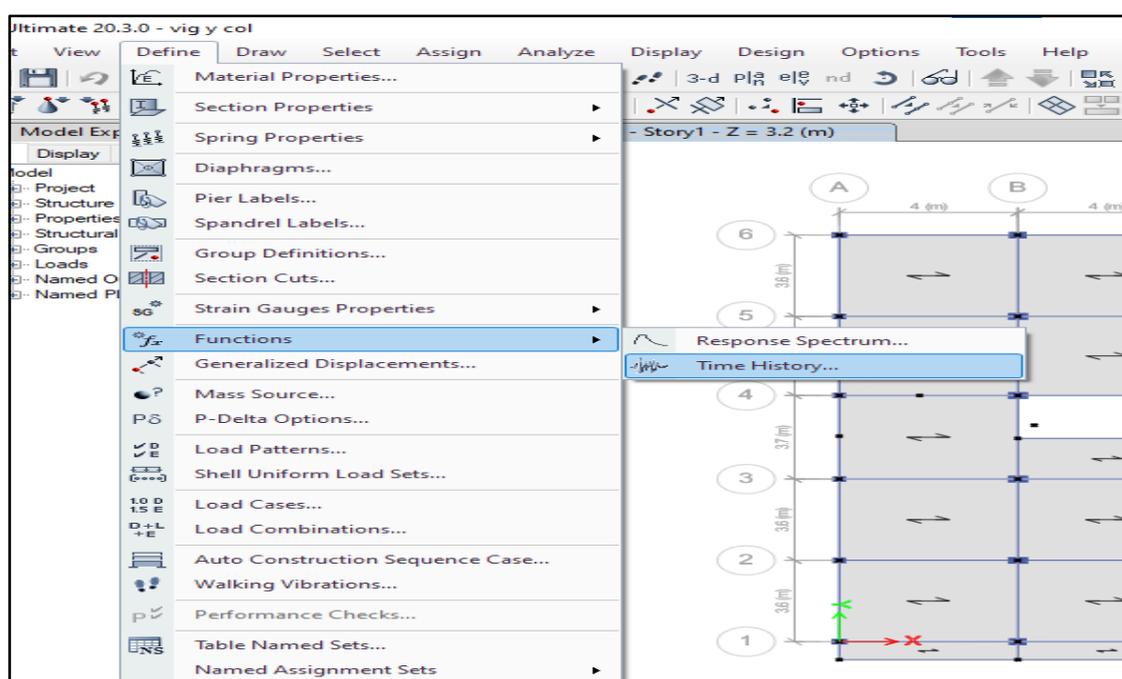
**Tabla 13.** Resultados del análisis dinámico espectral sin disipadores.

PISO	SISMO DINÁMICO EN X			SISMO DINAMICO EN Y		
	DERIVA	Máximo	RESULTADO	DERIVA	Máximo	RESULTADO
5	0.004629	0.007	CUMPLE	0.003029	0.007	CUMPLE
4	0.008118	0.007	NO CUMPLE	0.005864	0.007	CUMPLE
3	0.011238	0.007	NO CUMPLE	0.008344	0.007	NO CUMPLE
2	0.013513	0.007	NO CUMPLE	0.010504	0.007	NO CUMPLE
1	0.012534	0.007	NO CUMPLE	0.013181	0.007	NO CUMPLE

## Análisis Tiempo historia de la edificación de 5 niveles sin reforzamiento

Se tomaron en cuenta tres sismos significativos en Tacna, con magnitudes de 5.3, 5.5 y 6.2 ML. Estos sismos ocurrieron en Ciudad Nueva, Tarata y Toquepala, que son tres distritos que forman parte de Tacna.

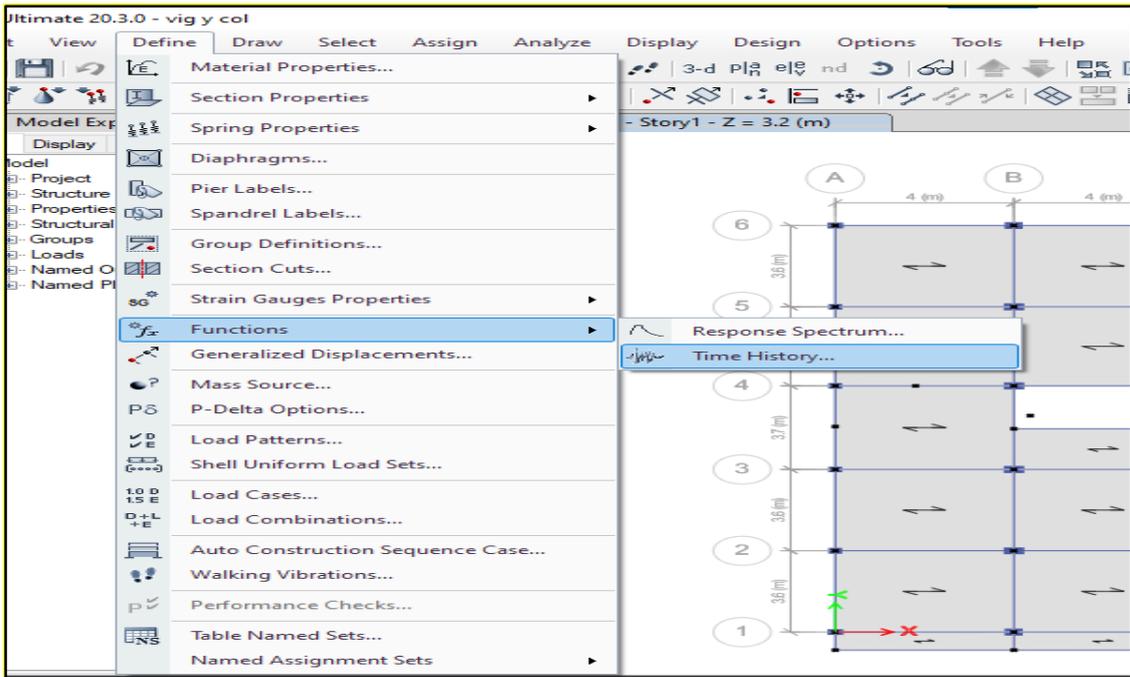
Los registros mencionados fueron adquiridos a través del portal del Instituto Geofísico del Perú. Posteriormente, estos registros fueron introducidos en el software con el objetivo de obtener los valores necesarios para la comparación entre los diferentes mecanismos de absorción de energía sísmica, tal como se muestra en la figura 68.



**Figura 69.** Función Tiempo Historia en el Software Etabs.

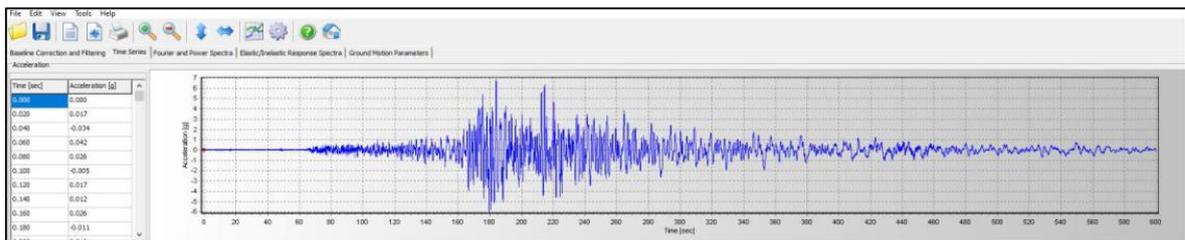
Se tomaron en cuenta tres sismos significativos en Tacna, con magnitudes de 5.3, 5.5 y 6.2 ML, según indica la Norma E030. Estos sismos ocurrieron en Ciudad Nueva, Tarata y Toquepala, que son tres distritos que forman parte de Tacna.

Los registros mencionados fueron adquiridos a través del portal del Instituto Geofísico del Perú. Posteriormente, estos registros fueron introducidos en el software con el objetivo de obtener los valores necesarios para la comparación entre los diferentes mecanismos de absorción de energía sísmica, tal como se muestra en la figura 68.



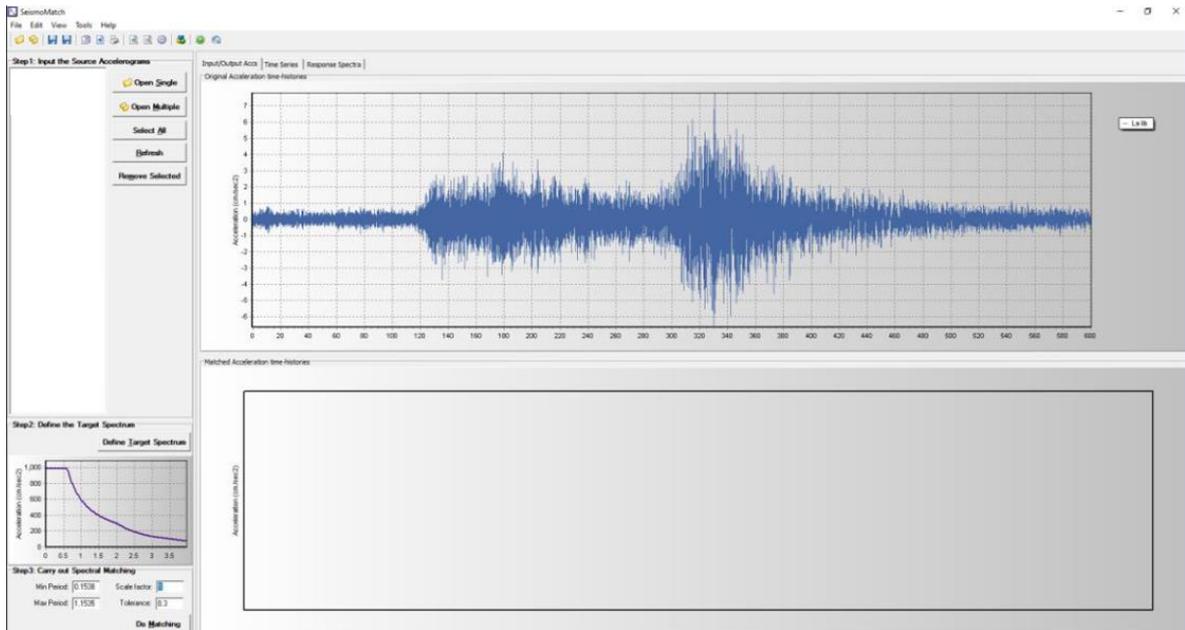
**Figura 70.** Función Tiempo Historia en el Software Etabs.

Los registros sísmicos de Ciudad Nueva, Tarata y Toquepala fueron corregidos por línea base y también por filtrado de ruidos, para esta corrección se utilizó el software Seismosignal, así como se muestra en la siguiente figura.



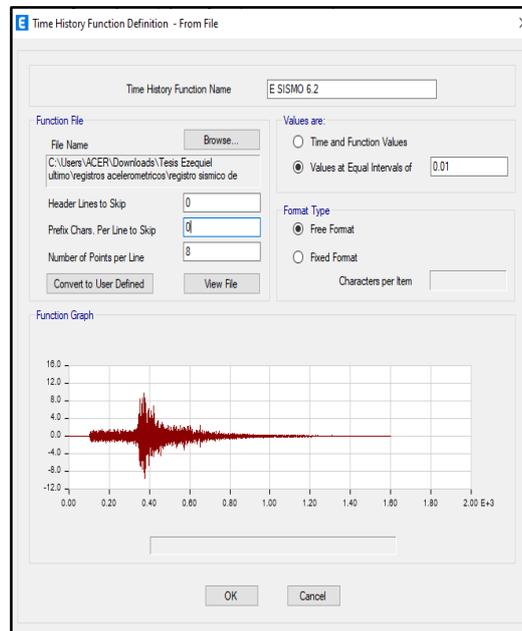
**Figura 71.** Corrección de sismos usando el software seismosignal.

Los registros sísmicos de Ciudad Nueva, Tarata y Toquepala también fueron escalados al espectro de diseño con un  $R=1$ , para este escalamiento se utilizó el software Seismomatch, así como se muestra en la siguiente figura.



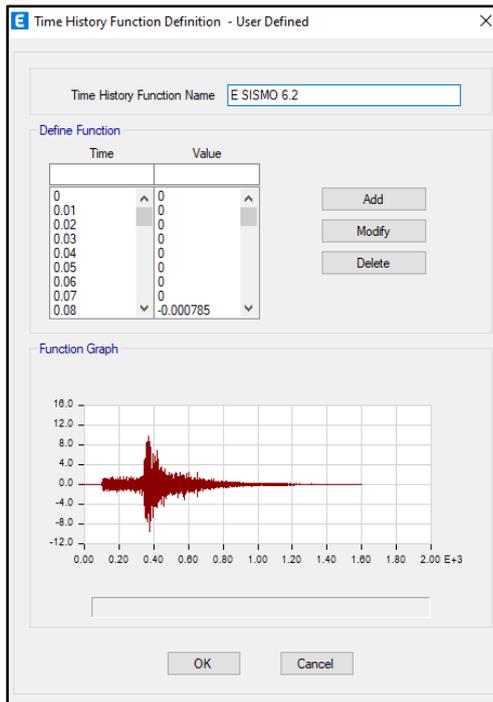
**Figura 72.** Escalamiento de sismo utilizando el software seismatch

En la figura 73 se aprecia las aceleraciones del sismo de Tacna en dirección Este.



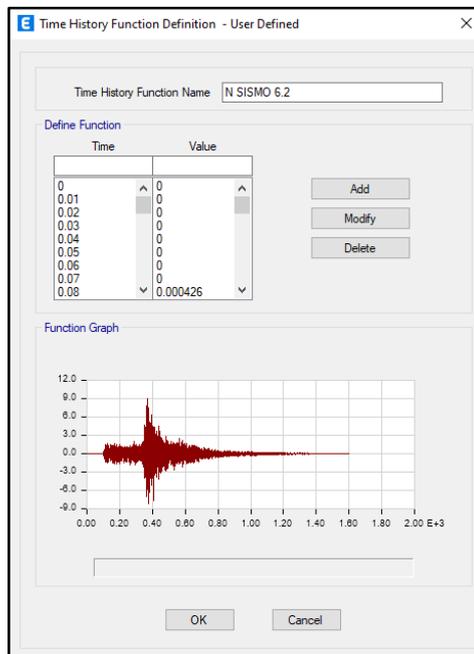
**Figura 73.** Aceleraciones del sismo de Tacna en dirección E.

La figura 74 establece las aceleraciones del terremoto de Tacna en la dirección Este.



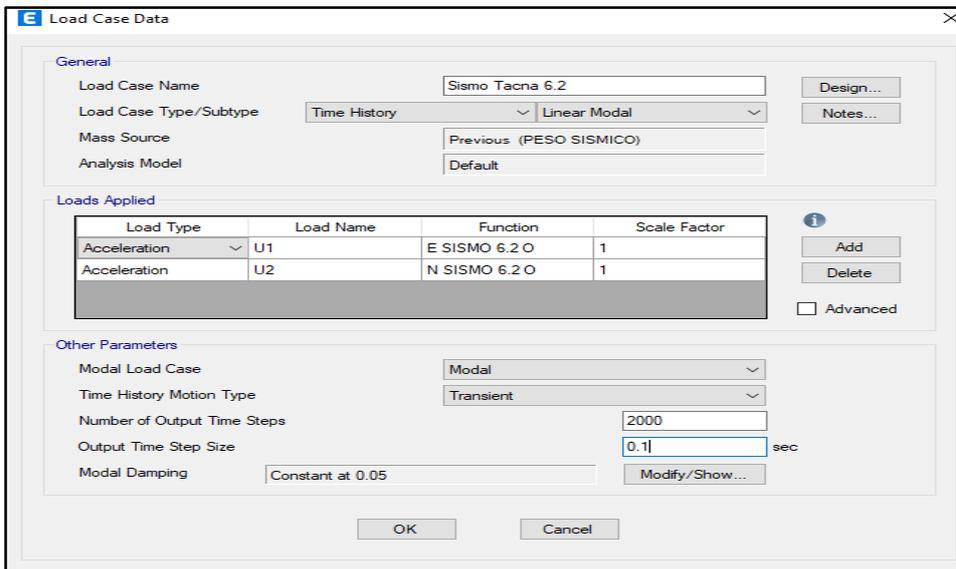
**Figura 74.** Definiendo aceleraciones del sismo en dirección E.

En la figura 75 se aprecia las aceleraciones del sismo de Tacna en dirección Norte.



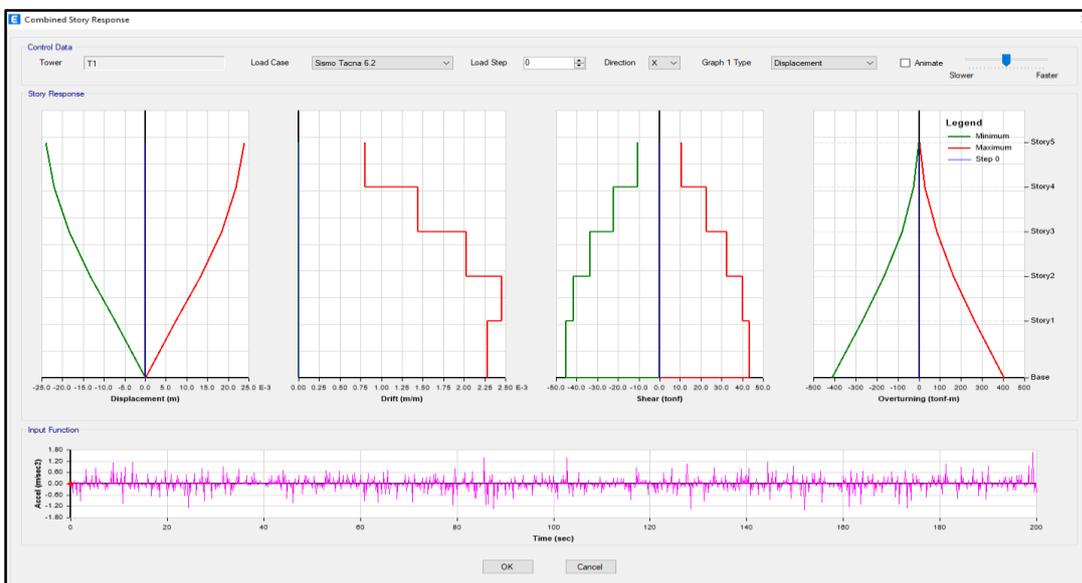
**Figura 75.** Aceleraciones del sismo de Tacna en dirección N.

Las aceleraciones del sismo de la ciudad de Tacna, requieren colocar los nombres de casos de carga referidos por el Etabs, para luego hallar dichas aceleraciones sismográficas, como se ve en la figura 76.

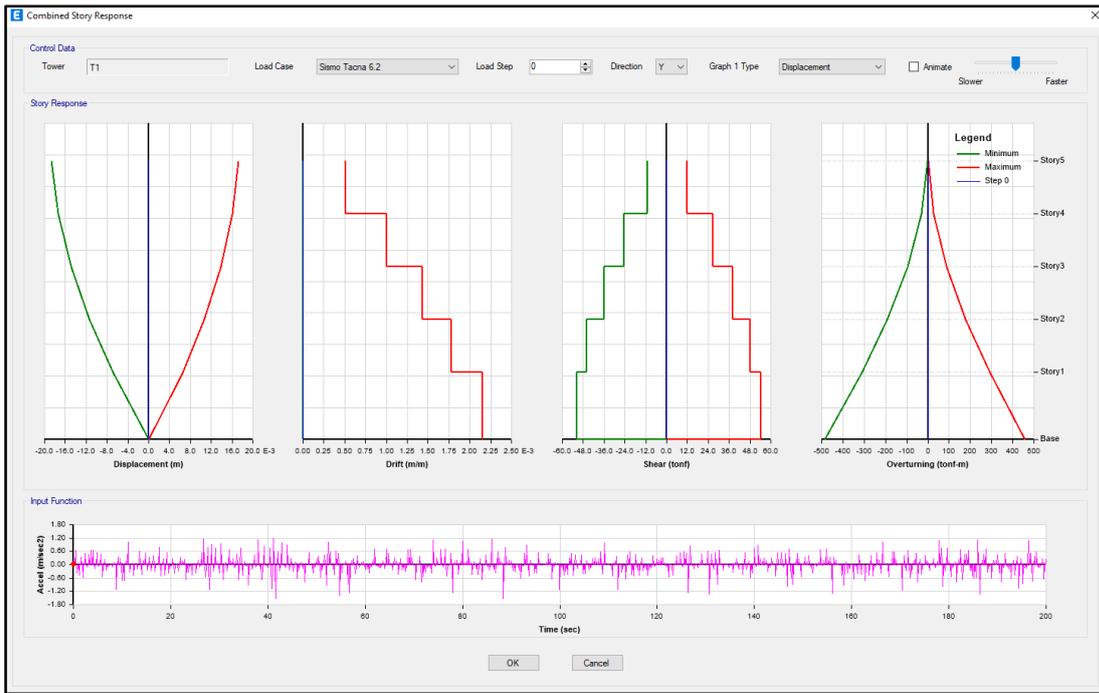


**Figura 76.** Definiendo aceleraciones del sismo en dirección N.

En las figuras 77 y 78, se encuentra las variaciones que se dan del tipo de sismos de Tacna, claro en reportes reales en las direcciones X y Y.



**Figura 77.** Gráfico del sismo de Tacna 6.2 en dirección X.



**Figura 78.** Gráfico del sismo de Tacna 6.2 en dirección Y.

Seguidamente los datos expuestos de derivas, están en función del análisis tiempo historia, con un caso hipotético que se daría, para lo cual nosotros tomamos un dato real del sismo de 6.2 grados, como se ve en la figura 79.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	X	0.000802	15	4	18	13.2
Story5	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	Y	0.000446	23	8	-0.8	13.2
Story4	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	X	0.001427	15	4	18	10.7
Story4	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	Y	0.000871	23	8	-0.8	10.7
Story3	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	X	0.002017	15	4	18	8.2
Story3	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	Y	0.00129	4	8	18	8.2
Story2	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	X	0.002448	15	4	18	5.7
Story2	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	Y	0.001661	23	8	-0.8	5.7
Story1	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	X	0.002264	15	4	18	3.2
Story1	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	Y	0.002041	10	8	14.4	3.2

**Figura 79.** Resultado sin reforzamiento de derivas del sismo 6.2 de Tacna. En la tabla 14 se observa los resultados del análisis tiempo historia de Tacna en los sentidos X y Y.

**Tabla 14.** Resultado sin reforzamiento de derivas del sismo 6.2 de Tacna.

PISO	SISMO TH TACNA 6.2 EN X			SISMO TH TACNA 6.2 EN Y		
	DERIVA	Máximo	RESULTADO	DERIVA	Máximo	RESULTADO
5	0.000802	0.007	CUMPLE	0.000446	0.007	CUMPLE
4	0.000446	0.007	CUMPLE	0.001427	0.007	CUMPLE
3	0.001427	0.007	CUMPLE	0.000871	0.007	CUMPLE
2	0.000871	0.007	CUMPLE	0.002017	0.007	CUMPLE
1	0.002017	0.007	CUMPLE	0.00129	0.007	CUMPLE

**En consideración al segundo objetivo específico de esta investigación.**

#### **Diseño del disipador de Fluido Viscoso**

Los datos necesarios para expresar y desarrollar el diseño de este disipador se muestran a continuación:

- B es el Factor de reducción de respuesta.

Los valores expuestos de la normativa E030, por ende, la disposición de la torsión máxima, la cual se obtiene del Análisis tiempo historia, por registro de las más frecuentes distorsiones la más genérica es decir la 0.01.

$$B = \frac{D_{\text{máx}}}{D_{\text{objetivo}}} =$$

**Figura 80.** Factor de reducción de respuesta.

Fuente: Construcciones con fluido viscoso.

Dónde se tiene:

B = Factor de reducción de respuesta

D<sub>máx</sub> = Distorsión máxima obtenida mediante el análisis tiempo historia.

D<sub>objetivo</sub> = Distorsión permisible

$$B_{xx} = \frac{0.007}{0.009} = 1.29$$

- Amortiguamiento efectivo ( $\beta_{off}$ )
- Una vez determinado este valor, se procedió a realizar ciertas operaciones matemáticas. Con la ayuda de la fórmula correspondiente, se pudo calcular el factor de amortiguamiento.

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

**Figura 81.** Factor de amortiguamiento efectivo.

Fuente: Construcciones con fluido viscoso.

Dónde se tiene:

B = Factor de reducción de respuesta

$\beta_{inh}$  = Amortiguamiento inherente (se considera el valor de 0.5 por ser de concreto armado)

$\beta_{eff}$  = Amortiguamiento efectivo

Se resuelve mediante una constante que es del 16.72%, después de despejar una ecuación de amortiguamiento inherente.

- Amortiguamiento viscoso ( $\beta_{hx}$ )

El cálculo de los amortiguamientos viscosos es crucial, por lo tanto, la ecuación presentada a continuación será de gran utilidad:

$\beta_H = \beta_{eff} - \beta_{inh}$  Una vez que se ha determinado la ecuación de la parte superior, es esencial que se sustituya para así descubrir el resultado, por ende, este valor es  $\beta_{hx} = 11.72\%$ .

- Cálculo de rigidez del brazo metálico

Para la realización de este cálculo, es imprescindible determinarlo en las direcciones X y Y.

### **Sentido X**

Longitud del dissipador (L) = 0.79 m (la distancia requerida para su aplicación).

Vano en X = 4 m

Altura de piso = 2.5 m

Se procederá a detallar de manera sucesiva las características inherentes al software, las cuales consisten en:

Módulo de elasticidad (E) = 20400000 Tn/m<sup>2</sup>

Área=0.01838706 m<sup>2</sup>

Longitud del brazo (L) = 3.9270 m

En la tesis en cuestión, se calculó la fuerza necesaria para producir una deformación unitaria en el material del brazo metálico. Esto se logró multiplicando el módulo de elasticidad (E) por el área de la sección transversal (A), se obtuvo una fuerza en unidades de fuerza (como newtons o libras) necesaria para producir una deformación unitaria. Esta relación se conoce como la ley de Hooke en mecánica de materiales y establece que la deformación es proporcional a la fuerza aplicada.

Rigidez del brazo (K=EA/L) =95517.42 Tn/m

### **Sentido Y**

Longitud del dissipador (L) = 0.79 m (longitud mínima del dissipador de energía)

Vano en X = 3.7 m

Altura de piso = 2.5 m

Módulo de elasticidad (E) = 20400000 Tn/m<sup>2</sup>

Área=0.01838706 m<sup>2</sup>

Longitud del brazo (L)= 3.6754 m

Rigidez del brazo (K=EA/L) =102055.207 Tn/m

- Coeficiente de amortiguamiento (C)

Este valor es más bien genérico debido a que el dispositivo FV, presenta en su diagrama un sistema no lineal, es decir  $\alpha = 0.5$ , por ser de carácter viscoso.

Luego se empieza a reemplazar en ecuación que se visualiza a continuación.

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

**Figura 82.** Sumatoria de coeficiente de amortiguamiento.

Fuente: Construcciones con fluido viscoso.

Dónde se tiene:

$\beta_H$  = Amortiguamiento viscoso de la estructura.

$\lambda$  = Parámetro lambda.

$C_j$  = Coeficiente de amortiguamiento del disipador j

$\theta_{rj}$  = Desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal

$\theta_j$  = Ángulo de inclinación del disipador j

A = Amplitud de desplazamiento

$\omega$  = Frecuencia angular.

$\theta_i$  = Desplazamiento del nivel i (con diseño de sismo)

A continuación, se calculan las masas por pisos de la estructura (las cuales se derivan del Etabs).

**Tabla 15.** Masas por cada piso de la estructura.

Nivel	Masas (Tn)
5	11.39263
4	14.08931
3	14.08931
2	14.00077
1	13.98793

### Sentido X

A continuación, el cálculo de desplazamientos relativos, en la tabla 16.

**Tabla 16.** *Cálculo de desplazamientos relativos.*

Nivel	$\phi_1$	$\phi-1$	$\phi_{rj}$ diferencia
5	0.34448670		
4	0.327253681	0.344486704	0.017233023
3	0.290636375	0.327253681	0.036617305
2	0.226372405	0.290636375	0.064263971
1	0.130766276	0.226372405	0.095606129
BASE	0	0.130766276	0.130766276

La evaluación de los datos necesarios, a través de un cálculo matemático, determina el coeficiente de amortiguamiento, elemento esencial para el diseño del mecanismo de absorción FV. Dicho coeficiente se encuentra en la tabla a continuación:

**Tabla 17.** *Cálculo de coeficiente de amortiguamiento C.*

Nivel	Masas (Tn)	$\Theta$	$\cos\Theta$	$\alpha$	$\phi_{rj}^{(1+\alpha)} \cdot \cos(\Theta)^{(1+\alpha)}$	$m \cdot \phi^2$
5	11.39263	28.37	0.87989749	0.5	0.001867198	1.35197581
4	14.08931	28.37	0.87989749	0.5	0.005783326	1.50889426
3	14.08931	28.37	0.87989749	0.5	0.013446196	1.19011701
2	14.00077	28.37	0.87989749	0.5	0.024399264	0.71746198
1	13.98793	28.37	0.87989749	0.5	0.039029389	0.23919107
					0.084525373	5.00764013

El cálculo hace la diferencia en valores de las derivas en sentidos X y Y. La teoría estima que los mecanismos de absorción de energía, tienen un parecido tanto en

algunos rasgos como coeficientes de amortiguamiento en los sistemas de disipación de energía FV y SLB.

Por lo cual se expresa los valores que:  $\beta_{Hxx} = 30\%$  esta vendría a ser un dato real de amortiguamiento viscoso, por ende la sustituiremos en la ecuación de abajo:

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

$$\sum C_j = 6683.46 \text{ Tn-s/m}$$

Número de disipadores a utilizar = 2

Por lo tanto, se tiene que CJ es igual a =  $6683.46/2$ , lo que resulta en 3341.73 Tn-s/m

### Sentido Y

A continuación, se calcula los desplazamientos relativos, en la tabla 18.

**Tabla 18.** Cálculo de desplazamientos relativos.

Nivel	$\phi_1$	$\phi-1$	$\phi_{rj}$ diferencia
5	0.39463281		
4	0.380358996	0.394632811	0.014273815
3	0.345822858	0.380358996	0.034536138
2	0.283530278	0.345822858	0.06229258
1	0.186099408	0.283530278	0.09743087
BASE	0	0.18609941	0.18609941

El proceso para calcular los desplazamientos necesita ciertos valores esenciales, como el coeficiente de amortiguamiento, que es beneficioso para el mecanismo de absorción de energía FV, el cual ya ha sido resuelto y revisado. Un paso fundamental es el recuento de los pisos para su distribución y formulación, los cuales se representan en la tabla 19.

**Tabla 19.** Cálculo de coeficiente de amortiguamiento C.

Nivel	Masas (T.S2/m)	$\Theta$	$\cos\Theta$	A	$\phi_{rj}^{1+\alpha} \cos(\Theta)^{1+\alpha}$	$m \cdot \phi^2$
5	11.39263	30.96	0.85752666	0.5	0.0013542	1.77423187
4	14.08931	30.96	0.85752666	0.5	0.00509662	2.03834226
3	14.08931	30.96	0.85752666	0.5	0.01234599	1.68498918
2	14.00077	30.96	0.85752666	0.5	0.02414995	1.12551376
1	13.98793	30.96	0.85752666	0.5	0.06375128	0.48444384
					0.10669804	7.10752091

Es imprescindible reiterar el mismo procedimiento, haciendo una estimación de ciertos valores como:  $\beta_{Hxx} = 30\%$ , esta será sustituida en la ecuación que se muestra a continuación:

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

$$\sum C_j = 1804.44 \text{ Tn-s/m}$$

Número de disipadores a utilizar = 2

Por lo tanto, se tiene que CJ es igual a 1804.44/2, lo que resulta en 902.22 Tn-s/m.

En la tabla 20 se visualiza los datos que se insertará en el Etabs.

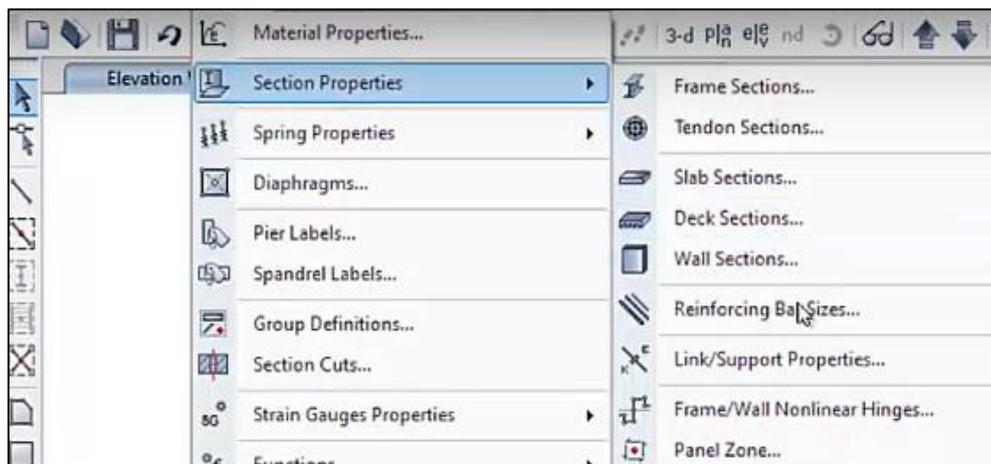
**Tabla 20.** Resumen de datos del disipador para ingresar al Etabs.

		EJE X	EJE Y
K	rigidez del brazo metalitico	95517.4243	102055.207
Cj	coeficiente de amortiguamiento del disipador	3341.73001	902.221315
$\alpha$	exponente alfa	0.5	0.5

Una vez completado el proceso, es imprescindible introducir los datos requeridos en el software.

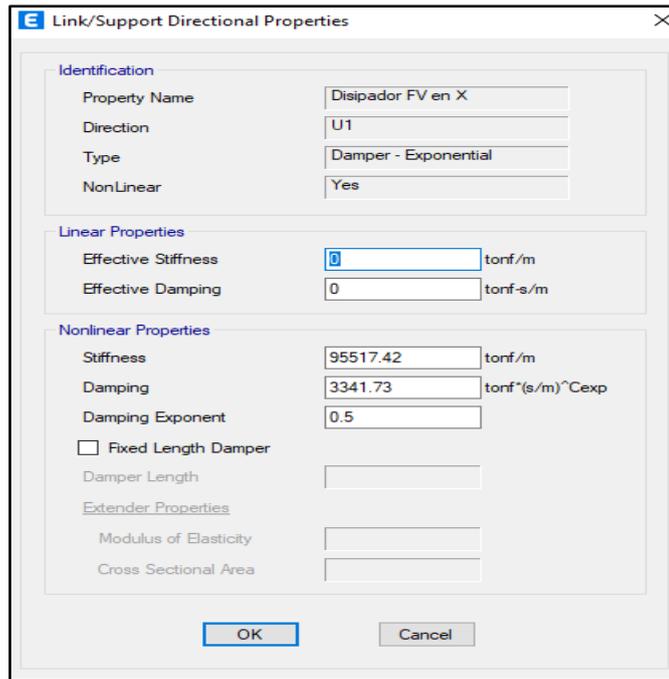
A través de las figuras 79 y 80, el alcance del contenido presentado el cual desarrolla las propiedades mecánicas del disipador FV, en ambos sentidos X-Y. Ver figura

Para la inserción de los disipadores, se adoptó la siguiente metodología. Primero, se accedió a la opción 'Section Properties'. Posteriormente, se procedió a la opción 'Link/Support Properties'. En este punto, utilizando la opción 'Add New Property', se establecieron los disipadores en los ejes X e Y.

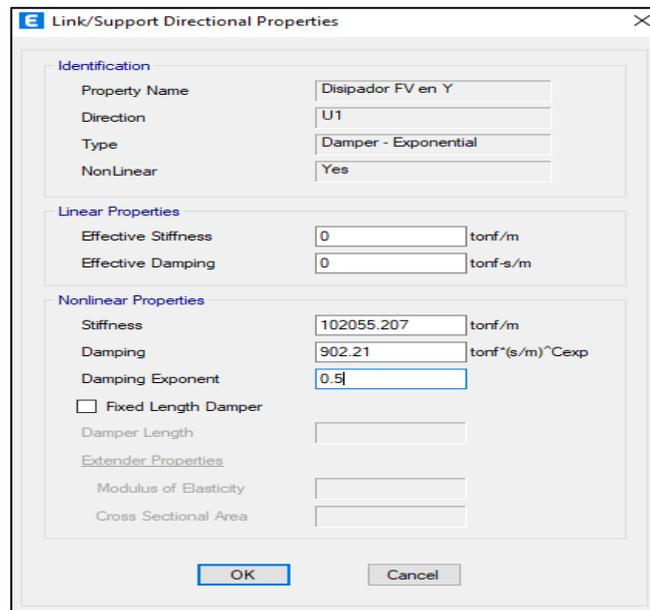


**Figura 83.** Procedimiento para insertar disipadores

Después de la creación de los disipadores, las casillas fueron completadas con la información suministrada por el diseño de los disipadores. Esto se ilustra en la figura siguiente, aplicándose tanto al eje X como al eje Y

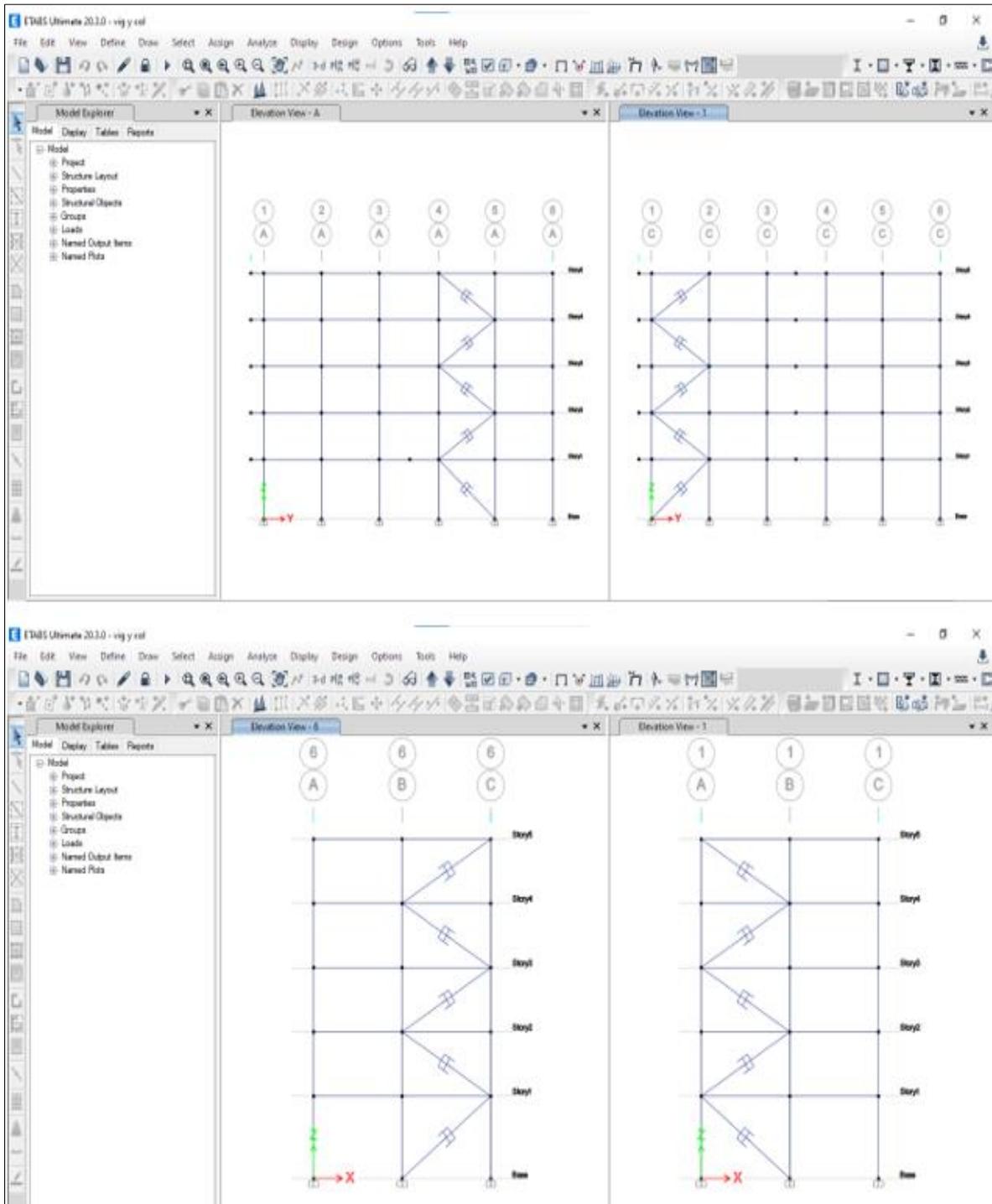


**Figura 84.** Características del mecanismo FV incorporadas al Etabs – sentido X.



**Figura 85.** Características del mecanismo insertadas al Etabs – Sentido Y.

Posteriormente, se llevaron a cabo los diseños de los amortiguadores utilizando el software Etabs, tal como se ilustra en la figura 81.



**Figura 86.** Uso del Etabs para el diseño del mecanismo fluido viscoso

## Modos de vibración con el disipador Fluido Viscoso.

La figura 82 ilustra los modos de vibración con el disipador FV, los cuales se obtuvieron a través del software Etabs.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.793	0.3688	0.3107	0	0.3688	0.3107	0	0.0314	0.0522	0.2173	0.0314	0.0522	0.2173
Modal	2	0.769	0.3202	0.5672	0	0.6869	0.8778	0	0.0564	0.0462	0.0171	0.0878	0.0864	0.2343
Modal	3	0.696	0.1936	0.0396	0	0.8826	0.9175	0	0.0037	0.03	0.6583	0.0915	0.1284	0.8926
Modal	4	0.25	0.0135	0.0451	0	0.896	0.9625	0	0.5765	0.1159	0.0139	0.668	0.2443	0.9065
Modal	5	0.243	0.0518	0.019	0	0.9478	0.9816	0	0.2425	0.4512	0.0099	0.9105	0.6955	0.9163
Modal	6	0.219	0.0224	0.0021	0	0.9702	0.9838	0	0.0258	0.2019	0.0575	0.9364	0.8974	0.9738
Modal	7	0.142	0.0003	0.0118	0	0.9705	0.9954	0	0.0277	0.0008	0.0011	0.9641	0.8882	0.9749
Modal	8	0.132	0.014	0.0007	0	0.9845	0.9961	0	0.0017	0.0358	0.0062	0.9658	0.9341	0.9811
Modal	9	0.12	0.0076	0.0002	0	0.9921	0.9962	0	0.0005	0.0193	0.0121	0.9663	0.9534	0.9832
Modal	10	0.098	1.342E-05	0.0031	0	0.9921	0.9993	0	0.0312	0.0001	0.0002	0.9975	0.9535	0.9834
Modal	11	0.086	0.0036	0.0001	0	0.9957	0.9994	0	0.0006	0.0226	0.0025	0.9901	0.9761	0.9859
Modal	12	0.079	0.0021	0.0003	0	0.9978	0.9997	0	0.0012	0.0135	0.0018	0.9893	0.9896	0.9977
Modal	13	0.078	0.0009	0.0003	0	0.9987	1	0	0.0007	0.0058	0.0012	1	0.9954	0.9989
Modal	14	0.064	0.0006	4.889E-06	0	0.9993	1	0	1.472E-05	0.0021	0.0006	1	0.9975	0.9995
Modal	15	0.059	0.0007	1.561E-06	0	1	1	0	4.85E-06	0.0025	0.0005	1	1	1

**Figura 87.** Modos de vibración con el disipador Fluido Viscoso.

## Análisis Modal Espectral con el Disipador de Fluido Viscoso

Para la realización del análisis modal en la tesis en cuestión, se incorporó el espectro, el cual está en función a la zonificación en este caso la zona es 3. Posteriormente se tomaron en cuenta condiciones geotécnicas, para esta tesis se contó con un suelo intermedio. Los valores de los periodos TL y Tp se establecieron en 0.6 y 2 respectivamente. Dado que el factor de categoría por ser vivienda se consideró como 1. El factor de reducción se estableció en 8 y respecto a las irregularidades no se encontró en la vivienda, por lo tanto, el espectro de diseño usando los lineamientos de la norma E030 se muestra en la siguiente tabla, el cual se procedió a insertar al Etabs.

**Tabla 21.** Valores de espectro de diseño para el análisis modal espectral.

1	0.07547	0.07547	0.05031
1.1	0.06861	0.06861	0.04574
1.2	0.06289	0.06289	0.04193
1.3	0.05805	0.05805	0.0387
1.4	0.05391	0.05391	0.03594
1.5	0.05031	0.05031	0.03354
1.6	0.04717	0.04717	0.03145
1.7	0.04439	0.04439	0.0296

1.8	0.04193	0.04193	0.02795
1.9	0.03972	0.03972	0.02648
2	0.03773	0.03773	0.02516
2.25	0.02981	0.02981	0.01988
2.5	0.02415	0.02415	0.0161
2.75	0.01996	0.01996	0.01331
3	0.01677	0.01677	0.01118
4	0.00943	0.00943	0.00629
5	0.00604	0.00604	0.00403
6	0.00419	0.00419	0.0028
7	0.00308	0.00308	0.00205
8	0.00236	0.00236	0.00157
9	0.00186	0.00186	0.00124
10	0.00151	0.00151	0.00101

Los efectos de las desviaciones en los sentidos X y Y se pueden apreciar en las figuras 88 y 89, respectivamente, usando el análisis modal espectral.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	SD_X FV	LinRespSpec	Max	X	0.000772	15	4	18	13.2
Story4	SD_X FV	LinRespSpec	Max	X	0.001353	15	4	18	10.7
Story3	SD_X FV	LinRespSpec	Max	X	0.001873	15	4	18	8.2
Story2	SD_X FV	LinRespSpec	Max	X	0.002252	15	4	18	5.7
Story1	SD_X FV	LinRespSpec	Max	X	0.002089	15	4	18	3.2

**Figura 88.** Efectos de la disipación de fluido viscoso en las desviaciones del sentido X.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	SD_Y FV	LinRespSpec	Max	Y	0.000191	14	0	14.4	13.2
Story4	SD_Y FV	LinRespSpec	Max	Y	0.000352	14	0	14.4	10.7
Story3	SD_Y FV	LinRespSpec	Max	Y	0.000497	3	0	18	8.2
Story2	SD_Y FV	LinRespSpec	Max	Y	0.000614	14	0	14.4	5.7
Story1	SD_Y FV	LinRespSpec	Max	Y	0.000662	14	0	14.4	3.2

**Figura 89.** Efectos de la disipación de fluido viscoso en las desviaciones del sentido Y.

En consecuencia, se proporcionará un resumen conciso de los datos destacados, como las derivas en las direcciones X e Y. Para una mejor comprensión, estas se presentaron en el contexto del estudio de Análisis espectral para los mecanismos de absorción de energía FV.

**Tabla 22.** Resultado de derivas con el análisis espectral con disipador de FV.

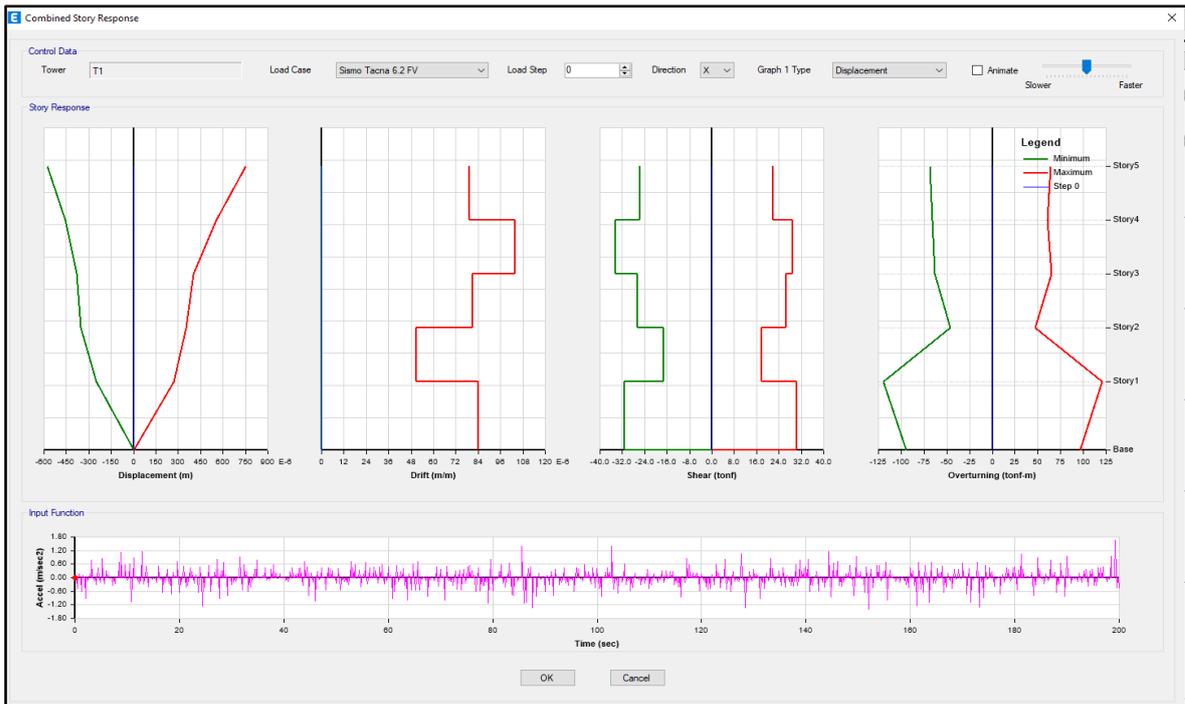
PISO	SISMO MODAL CON DFV EN X			SISMO MODAL CON DFV EN Y		
	DERIVA	Máximo	RESULTADO	DERIVA	Máximo	RESULTADO
5	0.000772	0.007	CUMPLE	0.000191	0.007	CUMPLE
4	0.001353	0.007	CUMPLE	0.000352	0.007	CUMPLE
3	0.001873	0.007	CUMPLE	0.000497	0.007	CUMPLE
2	0.002252	0.007	CUMPLE	0.000614	0.007	CUMPLE
1	0.002089	0.007	CUMPLE	0.000662	0.007	CUMPLE

### **Análisis Tiempo historia con Disipador de Fluido Viscoso**

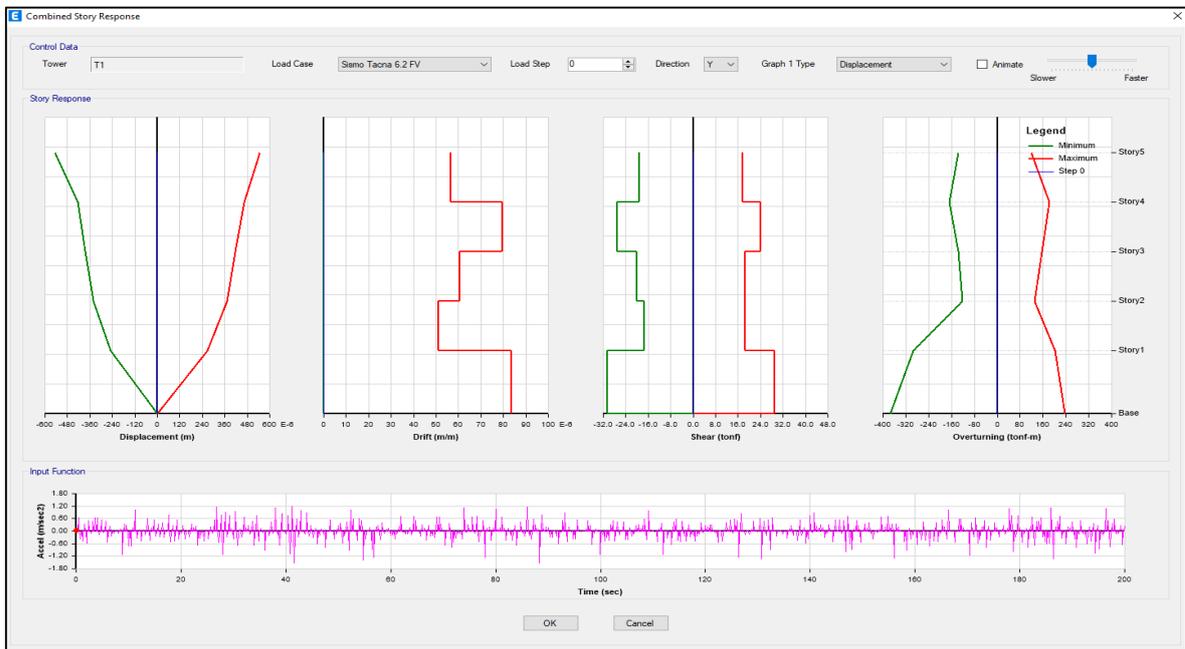
Se consideraron tres sismos significativos en Tacna, con magnitudes de 5.3, 5.5 y 6.2 ML, según indica la Norma E030. Dichos sismos tuvieron lugar en Ciudad Nueva, Tarata y Toquepala, que son tres distritos que forman parte de Tacna.

Los registros mencionados fueron se obtuvieron a través del portal del Instituto Geofísico del Perú. Posteriormente, estos registros se escalonaron y se corrigieron por ruido y línea base. Seguidamente fueron introducidos en el software con el objetivo de obtener los valores necesarios para la comparación entre los diferentes mecanismos de absorción de energía sísmica.

Los resultados gráficos del sismo de Tacna en la dimensión X y en la dimensión Y, con disipador de Fluido Viscoso, se muestran en las figuras 85 y 86.



**Figura 90.** Representación del terremoto de Tacna 6.2 en el sentido X, con disipador de FV.



**Figura 91.** Representación del terremoto de Tacna 6.2 en el sentido Y, con disipador de FV.

Se puede observar en la Figura 86 que el análisis de tiempo-historia revela las derivas de entrepiso cuando se aplica el disipador de FV.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m
Story5	Sismo Tacna 6.2 FV	NonModHist	Max	X	7.9E-05	15	4	18
Story5	Sismo Tacna 6.2 FV	NonModHist	Max	Y	5.6E-05	23	8	-0.8
Story4	Sismo Tacna 6.2 FV	NonModHist	Max	X	0.000104	15	4	18
Story4	Sismo Tacna 6.2 FV	NonModHist	Max	Y	8E-05	23	8	-0.8
Story3	Sismo Tacna 6.2 FV	NonModHist	Max	X	8.1E-05	15	4	18
Story3	Sismo Tacna 6.2 FV	NonModHist	Max	Y	6.1E-05	4	8	18
Story2	Sismo Tacna 6.2 FV	NonModHist	Max	X	5.1E-05	15	4	18
Story2	Sismo Tacna 6.2 FV	NonModHist	Max	Y	5.1E-05	23	8	-0.8
Story1	Sismo Tacna 6.2 FV	NonModHist	Max	X	8.4E-05	15	4	18
Story1	Sismo Tacna 6.2 FV	NonModHist	Max	Y	8.3E-05	9	8	10.9

**Figura 92.** Efecto de las derivas con Disipador de FV del terremoto 6.2 de Tacna.

La Tabla 22 muestra las derivas de entrepiso resultantes del análisis de tiempo-historia cuando se utiliza el disipador de FV en las direcciones X y Y, y se realiza una comparación con la Norma E030.

**Tabla 23.** Resultado de derivas con Disipador de FV del sismo 6.2 de Tacna.

PISO	SISMO TH CON DFV TACNA 6.2 EN X			SISMO TH CON DFV TACNA 6.2 EN Y		
	DERIVA	Máximo	RESULTADO	DERIVA	Máximo	RESULTADO
5	0.000079	0.007	CUMPLE	0.000056	0.007	CUMPLE
4	0.000056	0.007	CUMPLE	0.000104	0.007	CUMPLE
3	0.000104	0.007	CUMPLE	0.00008	0.007	CUMPLE
2	0.00008	0.007	CUMPLE	0.000081	0.007	CUMPLE
1	0.000081	0.007	CUMPLE	0.000061	0.007	CUMPLE

**En consideración al tercer objetivo específico de esta investigación.**

### **Diseño del disipador Shear Link Bozzo**

En el edificio de cinco pisos, la ubicación de los dispositivos de protección sísmica, conocidos como Shear Link Bozzo, se alinea con la de los mecanismos de absorción de energía FV. Esto se hace con el propósito de realizar una comparación entre estos dos tipos de dispositivos.

Para incorporar los disipadores en Etabs, se utilizó el método de Iteración Directa. El primer dispositivo que se probó en este proceso fue el SLB 3 6\_2.

Para seleccionar el disipador más adecuado para el edificio en cuestión, se consideró la relación entre la fuerza de fluencia y la de corte, que debe ser superior a 1.5. Para ello, se utilizó el software Dissipa SLB, como se muestra en la figura 88.

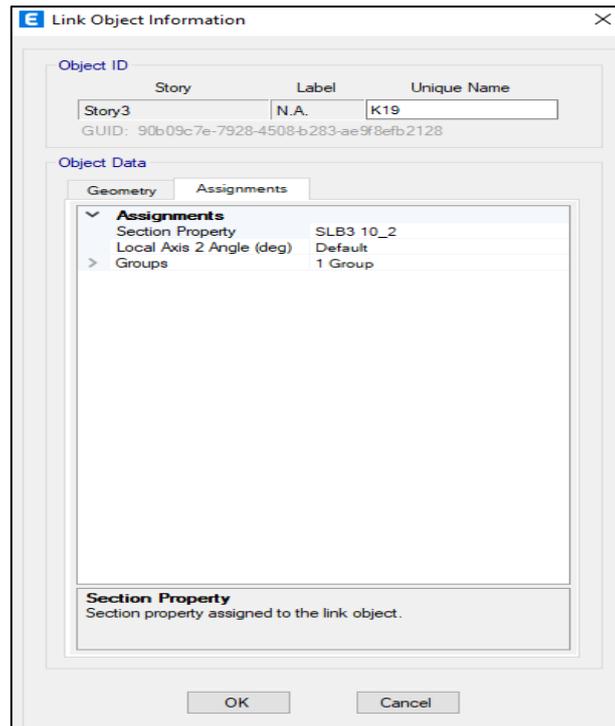
The screenshot shows the DissipaSLB software interface. The main window displays a table titled 'Parameters of Shear Link Bozzo Dissipators' with the following data:

ID	Device	K1(KN/cm)	K2(KN/cm)	r=K2/K1	Fy (KN)	Fmax(KN)	K(U3)(KN/cm)	Kr(U1)(KN/cm)
1	SLB3 6_2	363.33	9.75	0.0268353	35.60	69.01	12.39	
2	SLB3 6_3	397.80	10.75	0.0270223				
3	SLB3 6_4	421.73	11.65	0.0276358				
4	SLB3 6_5	439.60	12.78	0.0290719				
5	SLB3 8_2	592.87	13.86	0.0233836				
6	SLB3 8_3	676.27	15.38	0.0227472				
7	SLB3 8_4	737.00	16.28	0.0220843				
8	SLB3 8_5	784.27	17.43	0.0222284	72.70	133.29	14.71	
9	SLB3 10_2	893.40	19.15	0.0214336	68.00	128.71	19.07	
10	SLB3 10_3	1039.13	21.57	0.0207544	81.10	148.63	19.15	
11	SLB3 10_4	1149.53	22.96	0.0199722	93.00	166.26	19.30	
12	SLB3 10_5	1237.80	14.93	0.0120589	112.20	182.26	19.56	
13	SLB3 15_2	1571.47	31.17	0.0198380	101.80	199.61	19.10	
14	SLB3 15_3	1961.47	37.36	0.0190448	126.10	240.45	19.24	
15	SLB3 15_4	2280.27	42.03	0.0183532	149.70	276.57	19.53	

A dialog box is overlaid on the table, asking 'Do you wish to continue?' with 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

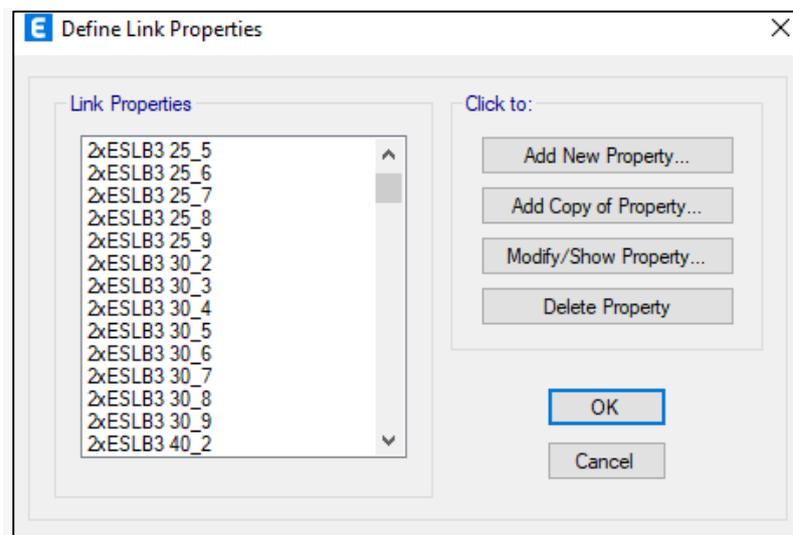
**Figura 93.** Aplicación del Programa DissipaSLB.

Para el dimensionamiento del dispositivo, se aplicó el programa Dissipa SLB, que proporciona el dispositivo más óptimo para la edificación. El disipador más adecuado para la edificación fue el disipador SLB 3 10\_2, tal como se ilustra en la figura 94.



**Figura 94.** Asignación del Disipador SLB 3 10\_2

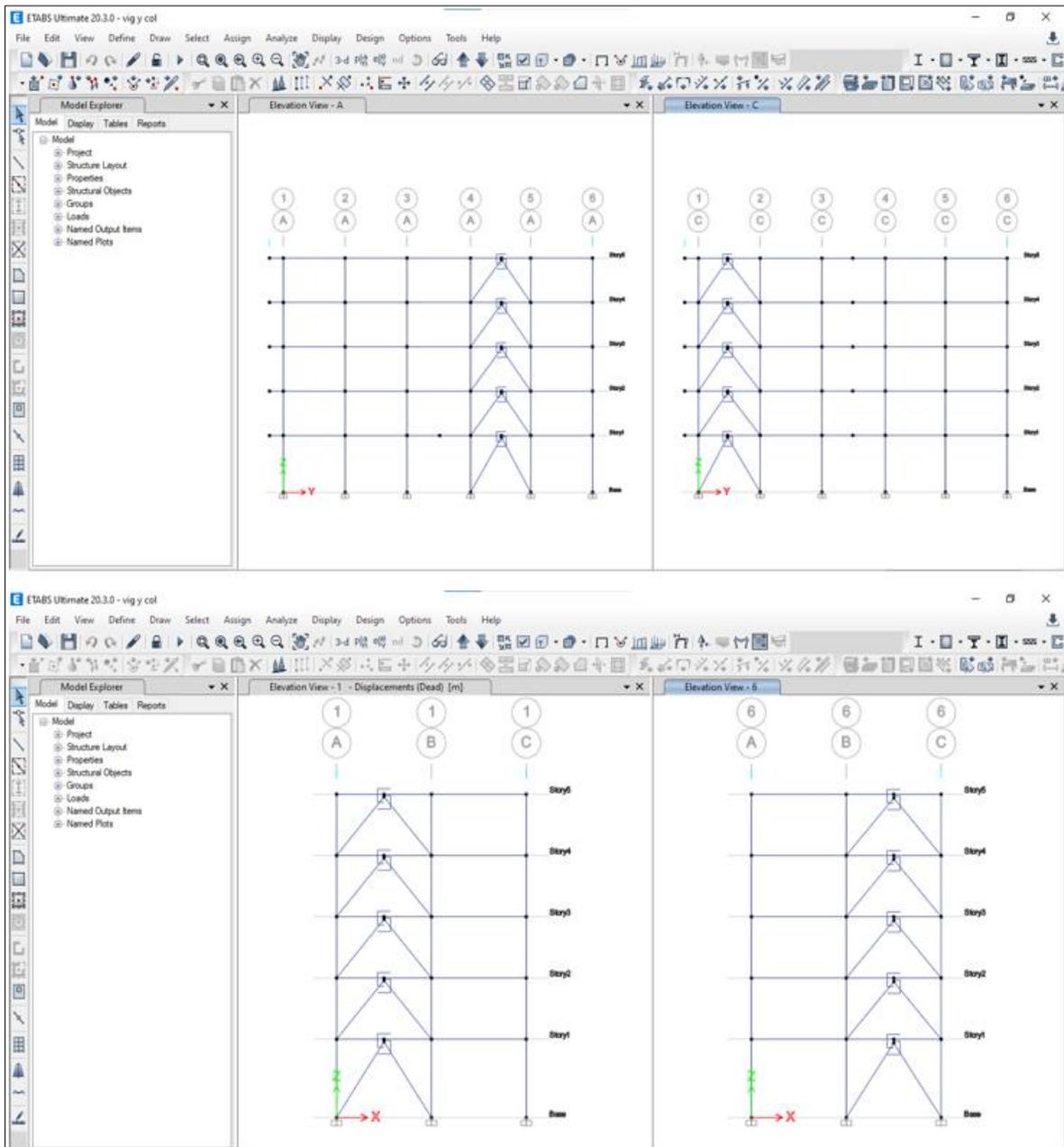
Luego, se integró el Programa DissipaSLB con el Programa Etabs, tal como se muestra en la figura 95.



**Figura 95.** Incorporación de todos los dispositivos de protección sísmica tipo SLB al Etabs.

Próximamente, en la figura 96, se presenta la modelación de los dispositivos de protección sísmica tipo Shear Link Bozzo, que se encuentran en las mismas

ubicaciones que los dispositivos de fluido viscoso.



**Figura 96.** Modelamiento en el Etabs del mecanismo Shear Link Bozzo

### **Análisis de las frecuencias de oscilación con el sistema de absorción Shear Link Bozzo.**

En la figura 97 se puede observar los modos de vibración usando el disipador SLB.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.556	0.0164	0.8599	0	0.0164	0.8599	0	0.1266	0.003	0.0075	0.1266	0.003	0.0075
Modal	2	0.54	0.8367	0.0191	0	0.8551	0.879	0	0.0027	0.1471	0.0065	0.1293	0.1501	0.014
Modal	3	0.418	0.0091	0.0058	0	0.8642	0.8848	0	0.0007	0.0017	0.8508	0.1299	0.1516	0.8648
Modal	4	0.186	0.0008	0.0925	0	0.885	0.9774	0	0.7805	0.0048	0.0011	0.9104	0.1586	0.8659
Modal	5	0.177	0.1039	0.0007	0	0.9689	0.9781	0	0.0065	0.7299	0.0016	0.9169	0.8865	0.8675
Modal	6	0.14	0.0012	0.0006	0	0.9701	0.9786	0	0.0051	0.0107	0.1047	0.922	0.8971	0.9722
Modal	7	0.107	3.313E-05	0.0166	0	0.9701	0.9953	0	0.0441	0.0001	0.0002	0.9661	0.8972	0.9724
Modal	8	0.098	0.022	3.584E-05	0	0.9921	0.9953	0	0.0001	0.0588	0.0004	0.9662	0.956	0.9728
Modal	9	0.08	0.0003	0.0001	0	0.9924	0.9954	0	0.0005	0.0008	0.0205	0.9667	0.9568	0.9933
Modal	10	0.077	2.622E-06	0.0038	0	0.9924	0.9992	0	0.0309	1.629E-05	0.0002	0.9976	0.9568	0.9935
Modal	11	0.068	0.0061	6.483E-06	0	0.9985	0.9993	0	0.0001	0.0375	0.0002	0.9977	0.9943	0.9937
Modal	12	0.064	1.388E-06	0.0007	0	0.9985	1	0	0.0022	6.715E-06	3.235E-06	0.9988	0.9944	0.9937
Modal	13	0.058	0.0002	1.774E-05	0	0.9987	1	0	0.0002	0.0013	0.0053	1	0.9956	0.999
Modal	14	0.053	0.0012	7.752E-07	0	0.9999	1	0	1.83E-06	0.0041	0.0001	1	0.9997	0.999
Modal	15	0.046	0.0001	2.914E-06	0	1	1	0	8.434E-06	0.0003	0.001	1	1	1

**Figura 97.** Análisis de las frecuencias de oscilación con el mecanismo de absorción SLB.

### Análisis Modal Espectral con el Disipador Shear Link Bozzo

Para poder realizar el análisis modal espectral se tiene que insertar el espectro, el cual está en función a la zonificación en este caso la zona es 3, luego se considera condiciones geotécnicas, para la presente tesis se tuvo un suelo intermedio, los valores de los periodos TL y Tp fueron 0.6 y 2 respectivamente, el factor de categoría por ser vivienda se consideró como 1, el factor de reducción es de 8 y respecto a las irregularidades no se encontró en la vivienda, por lo tanto el espectro de diseño usando los lineamientos de la norma E030 se muestra en la siguiente tabla, el cual se procedió a insertar al etabs.

**Tabla 24.** Valores de espectro de diseño para el análisis modal espectral.

1	0.07547	0.07547	0.05031
1.1	0.06861	0.06861	0.04574
1.2	0.06289	0.06289	0.04193
1.3	0.05805	0.05805	0.0387
1.4	0.05391	0.05391	0.03594
1.5	0.05031	0.05031	0.03354
1.6	0.04717	0.04717	0.03145
1.7	0.04439	0.04439	0.0296
1.8	0.04193	0.04193	0.02795
1.9	0.03972	0.03972	0.02648
2	0.03773	0.03773	0.02516
2.25	0.02981	0.02981	0.01988
2.5	0.02415	0.02415	0.0161
2.75	0.01996	0.01996	0.01331

3	0.01677	0.01677	0.01118
4	0.00943	0.00943	0.00629
5	0.00604	0.00604	0.00403
6	0.00419	0.00419	0.0028
7	0.00308	0.00308	0.00205
8	0.00236	0.00236	0.00157
9	0.00186	0.00186	0.00124
10	0.00151	0.00151	0.00101

Las figuras 98 y 99 muestran las desviaciones dadas mediante el estudio de análisis modal espectral en los sentidos horizontal y vertical, consecuentemente.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	SD_X	LinRespSpec	Max	X	0.000602	15	4	18	13.2
Story4	SD_X	LinRespSpec	Max	X	0.000927	15	4	18	10.7
Story3	SD_X	LinRespSpec	Max	X	0.001163	15	4	18	8.2
Story2	SD_X	LinRespSpec	Max	X	0.001278	15	4	18	5.7
Story1	SD_X	LinRespSpec	Max	X	0.001073	15	4	18	3.2

**Figura 98.** Análisis de las desviaciones en el sentido X con el mecanismo de SLB.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	SD_Y	LinRespSpec	Max	8.5E-05	15	4	18	13.2
Story4	SD_Y	LinRespSpec	Max	0.000126	15	4	18	10.7
Story3	SD_Y	LinRespSpec	Max	0.000153	15	4	18	8.2
Story2	SD_Y	LinRespSpec	Max	0.000166	23	8	-0.8	5.7
Story1	SD_Y	LinRespSpec	Max	0.000509	9	8	10.9	13.2

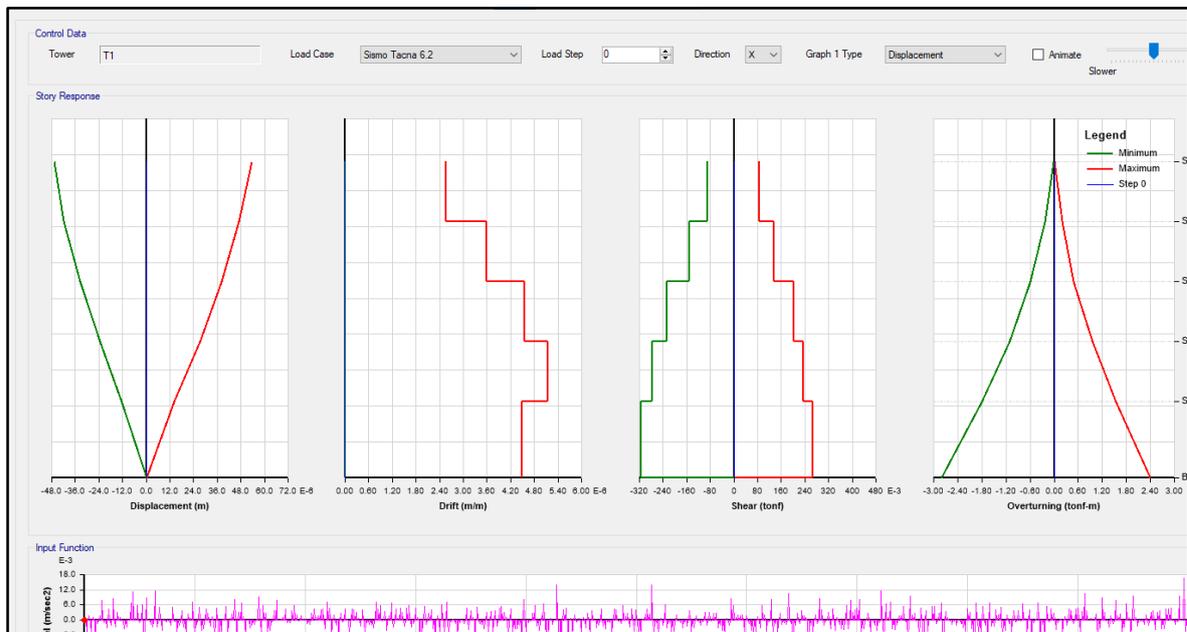
**Figura 99.** Análisis de las desviaciones en el sentido Y con el mecanismo de SLB.

**Tabla 25.** Resultado de derivas con el análisis espectral con disipador SLB.

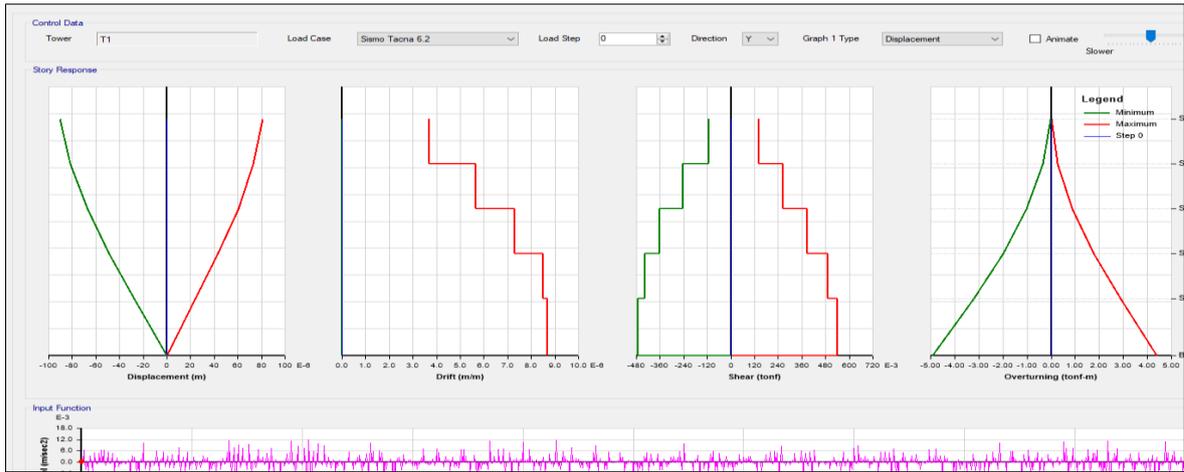
PISO	SISMO MODAL CON DSLB EN X			SISMO MODAL CON DSLB EN Y		
	DERIVA	Máximo	RESULTADO	DERIVA	Máximo	RESULTADO
5	0.000602	0.007	CUMPLE	0.00008 5	0.007	CUMPLE
4	0.000927	0.007	CUMPLE	0.00012 6	0.007	CUMPLE
3	0.001163	0.007	CUMPLE	0.00015 3	0.007	CUMPLE
2	0.001278	0.007	CUMPLE	0.00016 6	0.007	CUMPLE
1	0.001073	0.007	CUMPLE	0.00050 9	0.007	CUMPLE

### Tiempo historia con Disipador Shear Link Bozzo

En las figuras 100 y 101; en ambos gráficos se aprecia las magnitudes del sismo de Tacna en dirección X y en dirección Y, usando Shear Link Bozzo.



**Figura 100.** Sismo de Tacna 6.2 en dirección X, con disipador SLB.



**Figura 101.** Sismo de Tacna 6.2 en dirección Y, con disipador SLB.

Las figuras 102 y 103 presentan las derivas de entrepiso obtenidas con el Disipador SLB en el análisis sísmico modal del terremoto 6.2 de Tacna.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	X	3E-06	15	4	18	13.2
Story4	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	X	4E-06	15	4	18	10.7
Story3	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	X	5E-06	15	4	18	8.2
Story2	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	X	5E-06	15	4	18	5.7
Story1	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	X	4E-06	15	4	18	3.2

**Figura 102.** Resultado de derivas con Disipador SLB en X del sismo 6.2 de Tacna.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	Y	3E-06	23	8	-0.8	13.2
Story4	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	Y	5E-06	23	8	-0.8	10.7
Story3	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	Y	7E-06	23	8	-0.8	8.2
Story2	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	Y	8E-06	23	8	-0.8	5.7
Story1	Sismo Tacna 6.2	LinModHist	Max	Y	8E-06	10	8	14.4	3.2

**Figura 103.** Resultado de derivas con Disipador SLB en Y del sismo 6.2 de Tacna.

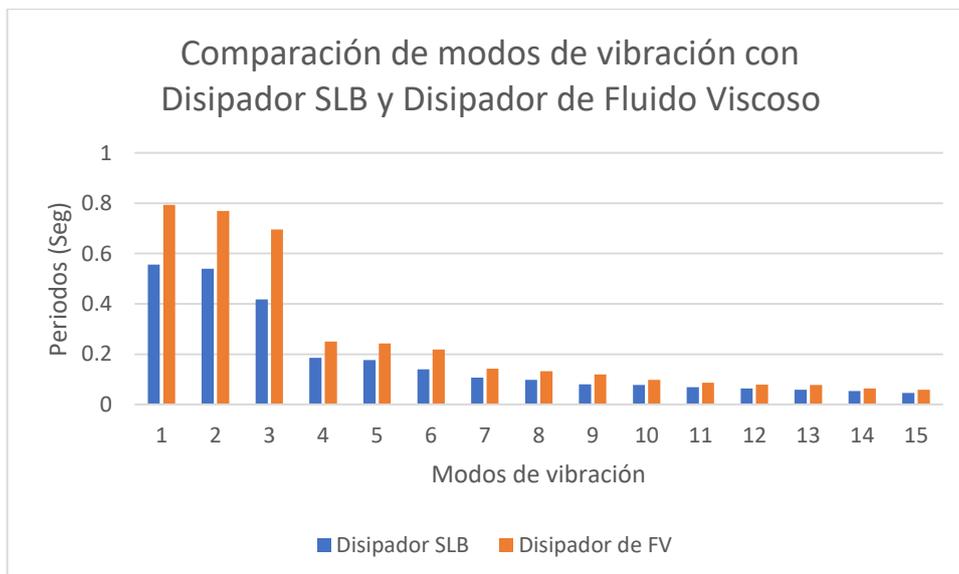
**Tabla 26.** Derivas obtenidas con Disipador SLB del análisis TH 6.2 de Tacna.

PISO	SISMO TH CON DFV TACNA 6.2 EN X			SISMO TH CON DFV TACNA 6.2 EN Y		
	DERIVA	Máximo	RESULTADO	DERIVA	Máximo	RESULTADO
5	0.000003	0.007	CUMPLE	0.000003	0.007	CUMPLE
4	0.000004	0.007	CUMPLE	0.000005	0.007	CUMPLE
3	0.000005	0.007	CUMPLE	0.000008	0.007	CUMPLE
2	0.000008	0.007	CUMPLE	0.000081	0.007	CUMPLE
1	0.000008	0.007	CUMPLE	0.000061	0.007	CUMPLE

### Comparación de modos de vibración usando disipador de Fluido Viscoso y Disipador Shear Linz Bozzo

**Tabla 27.** Resultado de los modos y periodos con disipadores.

Disipador SLB		Disipador de FV	
Modo	Periodo (seg)	Modo	Periodo (seg)
1	0.556	1	0.793
2	0.54	2	0.769
3	0.418	3	0.696
4	0.186	4	0.25
5	0.177	5	0.243
6	0.14	6	0.219
7	0.107	7	0.142
8	0.098	8	0.132
9	0.08	9	0.12
10	0.077	10	0.098
11	0.068	11	0.086
12	0.064	12	0.079
13	0.058	13	0.078
14	0.053	14	0.064
15	0.046	15	0.059



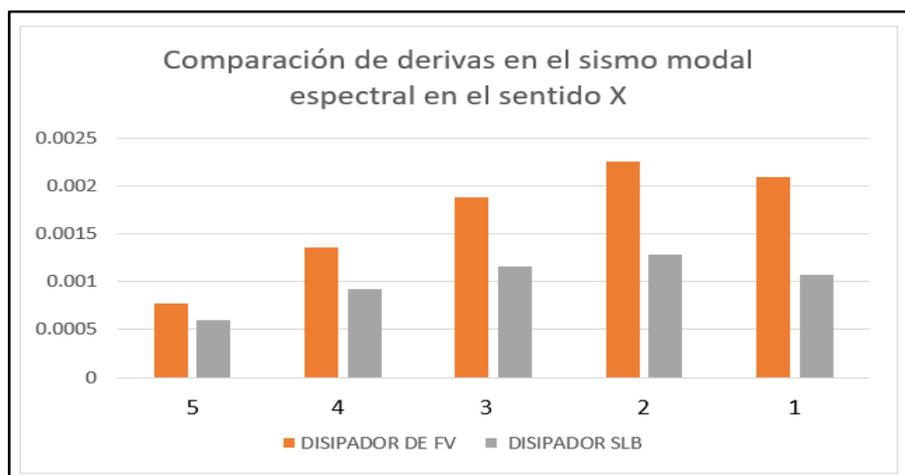
**Figura 104.** Comparación de periodos de vibración entre los disipadores.

La tabla 24 y la figura mostrada, muestra que el primer modo de la estructura con el mecanismo de absorción de energía Fluido Viscoso es de 0.793 seg y el de la edificación con el disipador Shear Link Bozzo es de 0.556, con una diferencia de 0.237. Así, el disipador Shear Link Bozzo es el que se ajusta mejor a lo establecido en la norma E030 (0.5).

### Comparación de resultados de derivas

**Tabla 28.** Derivas resultantes del análisis sísmico modal X con Disipadores.

SISMO DINÁMICO MODAL ESPECTRAL EN X								
PISO	EDIFICACIÓN SIN REFORZAMIENTO		EDIFICACIÓN CON DISIPADOR DE FV			EDIFICACIÓN CON DISIPADOR SLB		
	DERIVA	NORMA E030	DERIVA	NORMA E030	% REDUC	DERIVA	NORMA E030	% REDUC
5	0.003029	NO CUMPLE	0.000772	CUMPLE	74.513	0.000602	CUMPLE	80.125
4	0.005864	NO CUMPLE	0.001353	CUMPLE	76.927	0.000927	CUMPLE	84.192
3	0.008344	NO CUMPLE	0.001873	CUMPLE	77.553	0.001163	CUMPLE	86.062
2	0.010504	NO CUMPLE	0.002252	CUMPLE	78.561	0.001278	CUMPLE	87.833
1	0.013181	NO CUMPLE	0.002089	CUMPLE	84.151	0.001073	CUMPLE	91.859



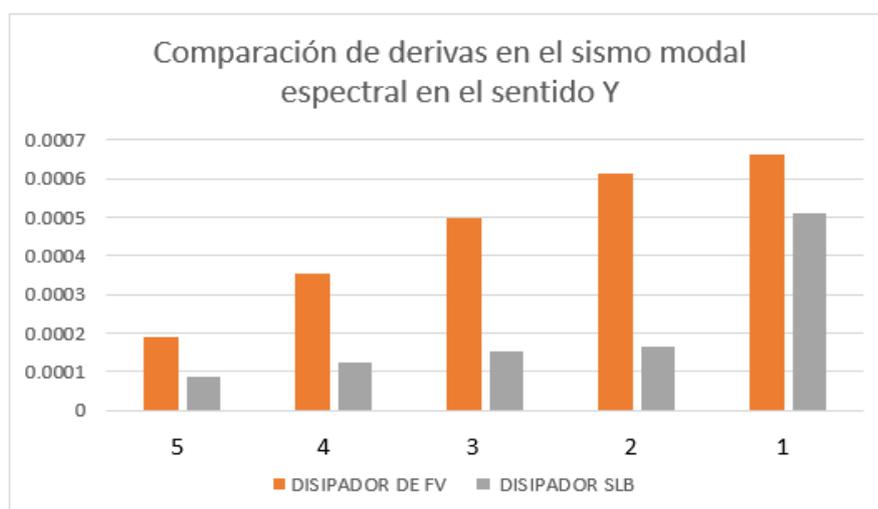
**Figura 105.** Comparación derivas de entrepiso en el sismo modal espectral en X.

Es indispensable el análisis de la tabla y la figura porque esta refiere que el inmueble sin refuerzo alcanza una deriva máxima de 0.0132. Por otro lado, al introducir el refuerzo de dissipador de Fluido Viscoso, se obtiene una deriva máxima de 0.00209, mientras que al emplear el dissipador Shear Link Bozzo se reduce aún más la deriva máxima a 0.0013. Además, revisando todos los datos, se evidencia una disminución del 84.151% en todo el inmueble al utilizar el Dissipador de Fluido Viscoso y del 91.86% al emplear el dissipador Shear Link Bozzo.

Por consiguiente, se dará una revisión más completa de todos los datos y de esta forma compararemos el sismo dinámico modal espectral en el sentido Y, con mecanismo de absorción de energía: en los dos modelos, para así ver valores más concretos, en la siguiente tabla 27.

**Tabla 29.** Resultados de derivas en el análisis sísmico modal Y con Dissipadores

SISMO DINÁMICO MODAL ESPECTRAL EN Y								
PISO	EDIFICACIÓN SIN REFORZAMIENTO		EDIFICACIÓN CON DISIPADOR DE FV			EDIFICACIÓN CON DISIPADOR SLB		
	DERIVA	NORMA E030	DERIVA	NORMA E030	% REDUC	DERIVA	NORMA E030	% REDUC
5	0.004629	NO CUMPLE	0.000191	CUMPLE	95.8738	0.000085	CUMPLE	98.1638
4	0.008118	NO CUMPLE	0.000352	CUMPLE	95.664	0.000126	CUMPLE	98.4479
3	0.011238	NO CUMPLE	0.000497	CUMPLE	95.5775	0.000153	CUMPLE	98.6385
2	0.013513	NO CUMPLE	0.000614	CUMPLE	95.4562	0.000166	CUMPLE	98.7716
1	0.012534	NO CUMPLE	0.000662	CUMPLE	94.7184	0.000509	CUMPLE	95.939



**Figura 106.** Comparación derivas de entrepiso en el sismo modal espectral en Y.

La tabla y la figura mostrada ilustran valores del inmueble de 5 pisos sin refuerzo de ningún disipador contiene una deriva máxima de 0.0135, mientras que con refuerzo del mecanismo de absorción de energía Fluido Viscoso se reduce a 0.0007, y con el mecanismo de absorción de energía Shear Link Bozzo a 0.00017. Así, los porcentajes de reducción totales en la edificación con mecanismo de absorción de energía Fluido Viscoso y mecanismo de absorción de energía Shear Link Bozzo son de 95.87% y 95.94%, respectivamente, dando una diferencia mínima.

Después de eso, se utilizó la dirección X, en la que se proyectó el sismo dinámico de tiempo historia, con el objetivo de comparar las derivas.

**Tabla 30.** Resultados de derivas en el análisis sísmico tiempo historia X con Disipadores.

ANALISIS DINAMICO TH EN X								
PISO	EDIFICACIÓN SIN REFORZAMIENTO		EDIFICACIÓN CON DISIPADOR DE FV			EDIFICACIÓN CON DISIPADOR SLB		
	DERIVA	NORMA E030	DERIVA	NORMA E030	% REDUC	DERIVA	NORMA E030	% REDUC
5	0.000802	NO CUMPLE	0.000079	CUMPLE	90.1496	0.000003	CUMPLE	99.6259
4	0.000446	NO CUMPLE	0.000056	CUMPLE	87.4439	0.000004	CUMPLE	99.1031
3	0.001427	NO CUMPLE	0.000104	CUMPLE	92.712	0.000005	CUMPLE	99.6496
2	0.000871	NO CUMPLE	0.00008	CUMPLE	90.8152	0.000008	CUMPLE	99.0815
1	0.002017	NO CUMPLE	0.000081	CUMPLE	95.9841	0.000008	CUMPLE	99.6034

Los valores en la tabla las derivas calculadas de dicho inmueble con y sin reforzamiento; en ellas se demuestra una clara diferencia del uso de una alternativa innovadora. Se observa que el mecanismo de absorción de energía Fluido Viscoso logró una reducción de 95.98% en las derivas, con valores de 0.0001, mientras que el reforzamiento de disipador Shear Link Bozzo alcanzó una reducción de 99.63%, con valores de 0.000008. Por el contrario, la estructura sin reforzamiento presentó derivas de 0.00201, las más altas de la tabla 27.

Posteriormente, se utilizó la dirección Y, en la que se aplicó el sismo dinámico de tiempo historia, con el propósito de comparar las derivas.

**Tabla 31.** *El análisis sísmico tiempo historia en el sentido Y con disipadores.*

ANÁLISIS DINAMICO TH EN Y								
PISO	EDIFICACIÓN SIN REFORZAMIENTO		EDIFICACIÓN CON DISIPADOR DE FV			EDIFICACIÓN CON DISIPADOR SLB		
	DERIVA	NORMA E030	DERIVA	NORMA E030	% REDUC	DERIVA	NORMA E030	% REDUC
5	0.000446	NO CUMPLE	0.000056	CUMPLE	87.444	0.000003	CUMPLE	99.327
4	0.001427	NO CUMPLE	0.000104	CUMPLE	92.712	0.000005	CUMPLE	99.65
3	0.000871	NO CUMPLE	0.00008	CUMPLE	90.815	0.00008	CUMPLE	90.815
2	0.002017	NO CUMPLE	0.000081	CUMPLE	95.984	0.000081	CUMPLE	95.984
1	0.00129	NO CUMPLE	0.000061	CUMPLE	95.271	0.000061	CUMPLE	95.271

A partir de la tabla que se muestra en la tesis, se puede concluir que la estructura sin refuerzo llega a una deriva máxima de 0.0020. No obstante, al implementar el disipador de Fluido Viscoso, esta deriva máxima se reduce de manera notable a 0.000104. Además, al utilizar el disipador Shear Link Bozzo, se logra una deriva máxima aún más baja, alcanzando 0.000081. En términos de porcentajes de reducción total en la edificación, se logra un 95.98% con el uso del disipador de Fluido Viscoso y un 99.65% con el disipador Shear Link Bozzo.

### Contrastación de hipótesis:

Para llevar a cabo esta contrastación, en la tesis se utilizó el Estadístico t-Student en el Software SPSS, donde se establecieron las siguientes hipótesis nula y alterna:

Ho = La edificación de cinco niveles presenta un mejor comportamiento sísmico con el mecanismo de absorción de energía Shear Link Bozzo frente al mecanismo de absorción de energía Fluido Viscoso.

H1= La edificación de cinco niveles no presenta un mejor comportamiento sísmico con el mecanismo de absorción de energía Shear Link Bozzo frente al mecanismo de absorción de energía Fluido Viscoso.

Posteriormente, en la tesis se aplicó el software SPSS para el análisis de los datos, tal como se ilustra en la tabla 32.

**Tabla 32.** Estadística de grupos.

Estadísticas de grupo					
Edificación		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Derivas	Con Disipador FV	2	0.0013950	0.00098288	0.00069500
	Con Disipador SLB	2	0.0007350	0.00079903	0.00056500

La tabla 33 exhibe los datos resueltos de la prueba t-student aplicada a las muestras independientes.

**Tabla 33.** Prueba de muestras independientes.

Edificación	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
						Inferior	Superior	
Derivas	Disipador de FV	0.737	2	0.538	0.00066000	0.00089568	-0.00319382	0.00451382
	Disipador SLB	0.737	1.920	0.541	0.00066000	0.00089568	-0.00335194	0.00467194

Se da por válida la hipótesis nula al superar P el umbral de 0.05. “La edificación de cinco niveles presenta un mejor comportamiento sísmico con el disipador Shear Link Bozzo frente al disipador de Fluido Viscoso”.

## V. DISCUSIÓN

### **En consideración al primer objetivo específico de esta investigación.**

Según Mena (2019), que realizó el modelamiento de un edificio de cinco plantas obtuvo en el primer modo un periodo de vibración de 0.761, y respecto a las derivas estáticas en la dirección X, obtuvo como máxima deriva un valor de 0.019 y respecto a la deriva máxima en el sentido Y, obtuvo un valor de 0.015, y en las derivas dinámicas como valor máximo en el sentido X obtuvo 0.012 y en el sentido Y obtuvo 0.007.

Según Tapia (2020), que realizó el modelamiento de un edificio de 10 niveles, obtuvo un periodo de vibración en el primer modo de 1.136 segundos y usando el análisis modal espectral obtuvo por resultados de derivas máximas sentido X de 0.0088 y en el sentido Y de 0.014, y con el análisis dinámico tiempo historia obtuvo unas derivas máximas en el sentido X de 0.0085 y en el sentido Y de 0.019.

En la presente tesis se obtuvo en el primer modo un periodo de vibración de 0.793, presentado similitud de resultado con Mena (2019) en el periodo de vibración del modo principal ya que ambas edificaciones son de 5 niveles, y respecto a las derivas estáticas en la presente tesis se obtuvo como máxima deriva estática en el sentido X de 0.041 y como máxima deriva estática en el sentido Y de 0.058 y en las derivas máximas del análisis modal espectral se obtuvo en el eje X un valor de 0.014 y en el sentido Y un valor de 0.013 y en el análisis tiempo historia con el sismo de Tacna de 6.2 se obtuvieron derivas máximas en el sentido X de 0.002 y en el sentido Y de 0.002, por lo cual las derivas del análisis tiempo historia son menores a las del análisis modal espectral difiriendo con Tapia (2020) y por otro lado las derivas del análisis modal espectral son menores a las del análisis estático, presentando similitud con los resultados de Mena (2019).

### **En consideración al segundo objetivo específico de esta investigación.**

En el Análisis modal espectral en el presente trabajo de investigación, se ha logrado que la reducción máxima de deriva que presenta la edificación sin ningún reforzamiento fue de 0.0132 en el sentido X y de 0.0135 en el sentido Y, y con la adición del disipador de Fluido Viscoso fue de 0.00209 en el sentido X y de 0.0007

en el eje Y, se ha podido observar que al realizar el reforzamiento con el disipador de fluido viscoso la deriva disminuyó un 84.15 % en el sentido X y 95.87% % en el sentido Y.

Según Aguiar y Arias (2019), en el análisis tiempo historia en el contexto de una estructura sin refuerzo, la reducción máxima se produjo en la deriva, con valores de 0.0468 en el sentido X y 0.0447 en el sentido Y. Con la incorporación de un disipador de fluido viscoso, estos valores disminuyeron a 0.0188 en el sentido X y 0.0195 en el sentido Y. Al introducir el refuerzo con el aislador, se observó una disminución del 59.83% en la deriva en el sentido X y del 56.38% en el sentido Y.

Respecto al análisis tiempo historia en el presente trabajo de investigación, se ha observado que la reducción máxima de deriva que presenta la vivienda con usencia de refuerzo fue de 0.0021 en el sentido X y de 0.0020 en el sentido Y, y con la adición del mecanismo de absorción de energía Fluido Viscoso fue de 0.0001 en el sentido X y de 0.000104 en el sentido Y, se ha podido observar que al realizar el reforzamiento con el disipador de fluido viscoso la deriva disminuyó un 95.98 % en el sentido X y 95.98 % en el sentido Y, se encuentra similitud con Aguiar y Arias (2019), ya que en ambas las derivas disminuyen en gran porcentaje.

#### **En consideración al tercer objetivo específico de esta investigación.**

Según Mena (2019), que realizó el modelamiento de un edificio de cinco plantas obtuvo en el primer modo un periodo de vibración de 0.429, y respecto a las derivas del análisis modal espectral en este sentido X, obtuvo como máxima deriva un valor de 0.003 y respecto a la deriva horizontal de entrepiso mayor en este sentido y, obtuvo un valor de 0.01, dónde respecto a la edificación sin el disipador en este sentido X se garantizó el 75 % por el contrario que en el sentido Y; es estableció un aumento de deriva del 42.86 %:

En la tesis en cuestión, se logró un periodo de vibración de 0.556 utilizando el Disipador SLB. En cuanto al análisis modal espectral, se observó que la disminución de la deriva en la construcción estudiada fue de 0.0132 en la dirección X y de 0.0135 en la dirección Y. Al emplear el disipador Shear Link Bozzo, los valores fueron aún menores, siendo 0.0013 en la dirección X y 0.00017 en la dirección Y. Al aplicar el mecanismo de absorción de energía Shear Link Bozzo como método de reforzamiento, se logró reducir el desplazamiento en un 91.86 %

en la dirección X y en un 95.94 % en la dirección Y, por lo cual el periodo de vibración tanto para la presente tesis se aproxima al periodo recomendado por la norma (0.5) mostrando similitud con Mena (2019), y respecto a las derivas de entrepiso del análisis modal espectral hay diferencia en el sentido Y ya que en la presente tesis la deriva disminuye y en Mena (2019) la deriva aumenta y respecto al sentido X hay similitud ya que ambas disminuyen.

Según Tapia (2020), que realizó el modelamiento de un edificio de 10 niveles, usando el análisis tiempo historia obtuvo unas derivas máximas en dicho sentido X de 0.0065 y en dicho sentido Y de 0.0063, dónde respecto a la edificación sin el disipador en el sentido X hubo una reducción de 24.86 % y en el sentido Y de 48.70 %.

En este estudio, se realizó un análisis de tiempo historia para evaluar la reducción de la deriva máxima en una estructura sin y con refuerzo. Se determinó que la deriva máxima sin refuerzo era de 0.0021 en la dirección X y de 0.0020 en la dirección Y, mientras que con el refuerzo del disipador Shear Link Bozzo se redujo a 0.000008 en el sentido X y a 0.000084 en el sentido Y. Esto significa que el refuerzo con el disipador Shear Link Bozzo logró una disminución del 99.63 % en el sentido X y del 99.65 % en el sentido Y. Por lo tanto, se puede afirmar que hay una similitud entre las derivas de entrepiso del tiempo historia en ambos sentidos, ya que ambas se reducen.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **En consideración al objetivo general de esta investigación.**

Este estudio evaluó el desempeño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 niveles en Juliaca en 2023, utilizando disipadores de energía sísmica de dos tipos: Fluido Viscoso y Shear Link Bozzo. El objetivo fue aumentar la resistencia sísmica del edificio frente a un evento sísmico. Los resultados mostraron que ambos disipadores contribuyen a mejorar la capacidad de la estructura para reducir los efectos sísmicos, incrementando la seguridad y disminuyendo los daños potenciales. Se observó que las reducciones máximas de las derivas mediante el análisis modal espectral con el mecanismo de absorción de energía fluido viscoso fueron de 84.15 % en el sentido X y de 95.87 % en el sentido Y, mientras que con el disipador Shear Link Bozzo fueron de 91.86 % y de 95.94 %, respectivamente. Por lo tanto, se concluye que el Disipador de Energía Shear Link Bozzo es la mejor opción para este análisis.

### **En consideración al primer objetivo específico de esta investigación.**

Este estudio determinó el periodo de vibración principal de la edificación en el primer modo, el cual fue de 0.793. Este valor supera el periodo recomendado por la norma E030, que es de 0.5, lo que implica que el periodo de vibración es demasiado alto. Asimismo, se evaluaron las derivas máximas entre pisos mediante el análisis estático, obteniendo valores de 0.041 y 0.058 en los sentidos X y Y, respectivamente. Estos valores reflejan la deformación máxima que sufriría la estructura ante un sismo. Por otro lado, el análisis modal espectral mostró derivas de 0.014 y 0.013 en los sentidos X y Y, respectivamente, lo que permite apreciar mejor la distribución de las distorsiones de la estructura. Estos resultados indican que la edificación no da la confiabilidad con lo establecido en la norma E030.

### **En consideración al segundo objetivo específico de esta investigación.**

Este estudio comparó las derivas de entrepiso de una edificación sin y con refuerzo mediante el análisis modal espectral. Se encontró que la deriva máxima sin refuerzo era de 0.0132 en el sentido X y de 0.0135 en el sentido Y, mientras que con el refuerzo del mecanismo de absorción de energía Fluido Viscoso se redujo a

0.00209 en el sentido X y a 0.0007 en el sentido Y. Esto implica que el refuerzo con el disipador de fluido viscoso logró una disminución del 84.15 % en el sentido X y del 95.87 % en el sentido Y. Por lo tanto, se concluye que la edificación con refuerzo de Fluido viscoso tiene un gran desempeño en el edificio y es una buena alternativa para reforzar edificaciones en la Ciudad de Juliaca.

Este estudio analizó las derivas de entrepiso de una edificación sin y con refuerzo mediante el análisis tiempo historia. Se encontró que la deriva máxima sin refuerzo era de 0.0021 en el sentido X y de 0.0020 en el sentido Y, mientras que con el refuerzo del mecanismo de absorción de energía de Fluido Viscoso se redujo a 0.0001 en el sentido X y a 0.000104 en el sentido Y. Esto implica que el refuerzo con el disipador de fluido viscoso logró una disminución del 95.98 % en el sentido X y del 95.98 % en el sentido Y. Por lo tanto, se concluye que la edificación con refuerzo de Fluido viscoso tiene un mejor desempeño estructural con el análisis tiempo historia que con el análisis modal espectral y es una buena alternativa para reforzar edificaciones en la Ciudad de Juliaca.

#### **En consideración al tercer objetivo específico de esta investigación.**

Se observó una reducción significativa de las derivas de entrepiso al aplicar el disipador Shear Link Bozzo como reforzamiento de la edificación. Este disipador disminuyó las derivas en un 91.86 % y un 95.94 % en los sentidos X e Y respectivamente, mientras que la edificación sin reforzar presentó derivas de 0.0132 y 0.0135 en los mismos ejes. Por lo tanto, el reforzamiento con el disipador Shear Link Bozzo es una buena alternativa para mejorar el comportamiento de las edificaciones en la Ciudad de Juliaca, según el análisis modal espectral.

En relación con el análisis tiempo historia reveló que la edificación reforzada con el disipador Shear Link Bozzo presentó una notable mejora en las derivas de entrepiso, en comparación con la edificación sin reforzar. Las derivas se redujeron en un 99.63 % y un 99.65 % en los sentidos X e Y respectivamente, con valores de 0.000008 y 0.000084, mientras que la edificación sin reforzar tuvo valores de 0.0021 y 0.0020. Así, se concluye que el reforzamiento con el disipador Shear Link Bozzo es efectivo para aumentar el desempeño de las edificaciones en la Ciudad de Juliaca, y que el análisis tiempo historia es más adecuado que el análisis modal espectral para evaluar este tipo de reforzamiento.

## VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere que los futuros investigadores e ingenieros en el campo de las estructuras exploren otras alternativas de reforzamiento sísmico, tales como nuevos tipos de disipadores sísmicos o amortiguadores de masa sintonizada, y que además hagan una comparación entre las normas internacionales existentes.

Los futuros trabajos deberían evaluar y comparar otras alternativas de reforzamiento, disipadores de fluido viscoso y disipadores Shear Link Bozzo aplicados al mismo tiempo en el mismo edificio mediante análisis dinámicos modales espectrales y de tiempo historia.

Se recomienda a futuros investigadores en el área de estructuras realizar comparaciones usar el Shear Link Bozzo pero con registros sísmicos de 7 o 8 grados Richter.

Se recomienda seguir explorando diversos sistemas de protección sísmica empleados en diversas edificaciones, albañilería, sistemas duales y mixtos, con la finalidad de aportar al progreso de la ingeniería estructural en el país.

## REFERENCIAS

- AGUIAR, P. y ARIAS, S., 2019. Propuesta de reforzamiento de un edificio afectado en el sismo del 16 de abril de 2016 ubicado en la ciudad de Portoviejo utilizando disipadores de energía de fluido viscoso [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Quito-Ecuador: Escuela Politécnica Nacional. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20431>.
- AGUIAR, R., 2016. Análisis sísmico de Bloque Estructural 4 de UFA-ESPE con disipadores de energía Shear Link Bozzo. Revista Ciencia, vol. 18, no. 2,
- ANCCASI, R., 2019. Propuesta de un método para el diseño de edificios con disipadores pasivos de energía utilizando registros sísmicos peruanos [en línea]. Tesis de Maestría en Ingeniería Civil. Lima: Universidad Católica del Perú. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/15598>.
- ASCE 7-16, 2016. Cargas mínimas de diseño y criterios asociados para edificios y otras estructuras. S.I.: Structural Engineering Institute.
- BOZZO, L., GONZALES, H., PANTOJA, M., MUÑOZ, E. y RAMIREZ, J., 2019. Modeling, analysis and seismic design of structures using energy dissipators SLB. Revista Tecnica [en línea], vol. 29, no. 2, DOI <http://dx.doi.org/10.21754/tecnica.v29i2.713>. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2309-04132019000200009](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2309-04132019000200009).
- BURGOS, M., 2013. Disipadores de energía de Fluido Viscoso. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas,
- CANO, H., 2020. Evaluación del coeficiente de disipación de energía R, en edificaciones de concreto reforzado con disipadores histeréticos metálicos triangulares tipo TADAS [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Bogotá - Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78657/1214713942\\_2020%20.pdf?sequence=1&isAllowed=](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78657/1214713942_2020%20.pdf?sequence=1&isAllowed=).
- CARRASCO, S., 2007. Metodología de la Investigación Científica : Sergio Carrasco Diaz Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. 1. S.I.: San Marcos. ISBN 978-9972-38-344-1.
- CHIFLA, A., 2023. Análisis comparativo del comportamiento estructural de un edificio de hormigón armado convencional y con el uso de disipadores de energía shear-link bozzo (SLB) [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37507>.

- DIAZ, M., 2014. Evaluación del Proyecto Estructural y Optimización del Diseño con Disipadores de Energía Viscosos Taylor para una Edificación Esencial de 6 Pisos [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/637>.
- DOMENICO, D., RICCIARDI, G. y TAKEWAKI, L., 2019. Estrategias de diseño de amortiguadores viscosos para la protección sísmica de estructuras de edificación: una revisión. Revista Dinámica de suelos e ingeniería sísmica, vol. 118,
- FEMA, 1997. Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings [en línea]. S.I.: BUILDING SEISMIC SAFETY COUNCIL Washington, D.C. Disponible en: <https://www.conservationtech.com/FEMA-publications/FEMA274-1997.pdf>.
- FUENTES, J., 2015. Análisis Sísmico de una Edificación con Disipadores de Fluido Viscoso [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6091>.
- GARCIA, A. y QUIROZ, S., 2019. Evaluación y comparación del desempeño sísmico del proyecto residencial los tulipanes utilizando disipadores shear link bozzo respecto a reforzamiento con muros de corte – Trujillo [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7260>.
- GARCÍA HURTADO, A.R. y QUIROZ CABRERA, S., 2021. Evaluación y comparación del desempeño sísmico del proyecto residencial los Tulipanes utilizando disipadores Shear Link Bozzo respecto a reforzamiento con muros de corte - Trujillo. En: Accepted: 2021-03-04T00:42:02Z, Universidad Privada Antenor Orrego [en línea], [consulta: 25 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7260>.
- HAZAVEH, N., 2017. Improving the seismic performance of structures with Direction and Displacement Dependent Viscous dampers [en línea]. Doctor in structural engineering. New Zealand: University of Canterbury. Disponible en: <https://ir.canterbury.ac.nz/items/8a151cb3-e5fe-4be2-b6a9-c927415abf36>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, L., 2010. Metodología de la investigación. 6ta ed. Interamericana [en línea]. México: Editores S.A. de C.V. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
- HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta. México: Mc Graw Hill educación. ISBN 978-1-4562-6096-5.

- LAMPREA, A. y GARZÓN, L., 2018. Nonlinear viscous fluid damping devices in the seismic design of buildings. Tesis de Maestría en Ingeniería Civil. Politécnico de Milán: Politecnico Di Milano.
- LÓPEZ, S. y PLASENCIA, C., 2017. Diseño estructural del edificio multifamiliar las flores del golf de 9 niveles empleando disipadores de energía “shear link bozzo [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5497>.
- MENA, A., 2019. Diseño estructural de un edificio de cinco plantas con estructura metálica, utilizando disparadores sísmicos SLB [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Quito - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17732>.
- MORALES, L. y CONTRERAS, J., 2012. Protección de una edificación existente con disipadores de energía [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1708>.
- MUÑOZ, A., 2004. Ingeniería Sismorresistente [en línea]. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <https://www.pucp.edu.pe/profesor/juan-munoz-pelaez/investigaciones/?anio=2009>.
- NORMA E030, 2018. Diseño Sismorresistente. N°355-2018-VIVIENDA. Lima - Perú: MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Revista International Journal of Morphology [en línea], DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022017000100037](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037).
- OVIEDO, R., 2008. Dispositivos pasivos de disipación de energía para diseño sismorresistente de estructuras [en línea]. Tesis de Maestría en Ingeniería Civil. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2342645>.
- PALERMO, M., SILVESTRI, S., LANDI, L., GASPARINI, G. y TROMBETTI, T., 2018. Un «procedimiento directo de cinco pasos» para el diseño sísmico preliminar de edificios con amortiguadores viscosos añadidos. Engineering Structures, vol. 173, ISSN 0141-0296. DOI <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.06.103>.
- PEDRAZA, J., BAQUERO, W. y MORALES, L., 2009. Propuesta para el reforzamiento estructural de la edificación denominada monasterio de las hermanas de la visitación [en línea]. Trabajo de Graduación para optar el

Título profesional en Ingeniería Civil. Bogotá: Universidad De La Salle. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/243/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/243/).

- RAIGOSA, E., 2010. Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales [en línea]. Trabajo de Graduación para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6167>.
- RIVAS, M. y VASQUEZ, C., 2017. Criterios técnicos orientados a la elaboración de un código de diseño sísmico utilizando la metodología por desempeño basado en el método de análisis por desplazamientos para sistemas de marcos de concreto reforzado [en línea]. Tesis de Maestría en Ingeniería Civil. El Salvador: Universidad de El Salvador. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/>.
- SCOZZESE, F., GIOIELLA, L., DALL'ASTA, A., RAGNI, L. y TUBALDI, E., 2021. Influencia de la capacidad última de los amortiguadores viscosos en la fiabilidad sísmica de las estructuras de edificación. *Structural Safety* [en línea], vol. 91, no. 102096, ISSN 0167-4730. DOI <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2021.102096>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167473021000217>.
- SEAOC, 1999. Recommended Lateral Force Requirements and Comentario [en línea]. 7. S.I.: Structural Engineers Association of California. Disponible en: [https://www-cdn.najah.edu/media/filer\\_public/fb/af/fbaf9318-ecc9-447f-842e-c5b6db6d0961/seaoc\\_bluebook.pdf](https://www-cdn.najah.edu/media/filer_public/fb/af/fbaf9318-ecc9-447f-842e-c5b6db6d0961/seaoc_bluebook.pdf).
- TAFUR, E., 2018. Análisis sísmico comparativo del pabellón de aulas de la facultad de ingeniería civil y ambiental de la universidad nacional Toribio rodríguez de mendoza de amazonas, con y sin disipadores de fluido viscoso, chachapoyas – 2017 [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Amazonas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1456>.
- TAPIA, B., 2020. Análisis comparativo del comportamiento sísmico de un edificio con reforzamiento convencional y reforzamiento con disipadores Shear Link Bozzo, Juliaca, 2020 [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Lima - Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60858>.
- TARQUE, N. y LOAIZA, C., 2003. Análisis sísmico de edificios. Quito - Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- USECHE, M., ARTIGAS, W., QUEIPO, B. y PEROZO, E., 2019. Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos. [en línea]. Universidad de la Guajira. S.I.: s.n. Disponible en: <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/handle/uniguajira/467>.
- VALLECILLA, C., 2003. Fuerzas Sísmicas Principios y Aplicaciones. S.I.: NSR-98.

- VILEMA, J., 2018. Análisis de modelo matemático de un disipador de energía tipo “Low Yielding Point System” como refuerzo para un edificio [en línea]. Tesis para optar el Título profesional en Ingeniería Civil. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32526>.
- VILLAREAL, G. y LA ROSA, M., 2016. Edificaciones con disipadores viscosos. Lima: Gráfica Norte S.R.L. vol. 1. ISBN 047114921.
- WANG, S., 2017. Enhancing Seismic Performance of Tall Buildings by Optimal Design of Supplemental Energy-Dissipation Devices [en línea]. Thesis of Doctor of Philosophy. California, Berkeley: University of California. Disponible en: <https://escholarship.org/uc/item/8sv179sq>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

**Título:** “Análisis comparativo del comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar y propuesta de reforzamiento con disipadores de energía, Juliaca 2023”

**Autor:** Chocano Roman, Iziguiel Osias

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTE				
1. ¿De qué manera contribuirán al desempeño estructural la implementación de los disipadores de energía sísmica tipo Fluido Viscoso y Shear Link Bozzo en la vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023?	Evaluar el desempeño estructural implementando los disipadores de energía sísmica tipo Fluido Viscoso y Shear Link Bozzo en la vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023.	El reforzamiento con disipador Shear Link Bozzo presentará un mejor comportamiento sísmico respecto al disipador de Fluido Viscoso en la vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023.	Análisis Sísmico	Análisis Modal Espectral	Modos de vibración	%	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada Nivel de investigación: Descriptivo Diseño de investigación: No experimental Enfoque: Cuantitativo Población: Viviendas multifamiliares de la ciudad de Juliaca Muestra: Vivienda de 5 niveles de la ciudad de Juliaca Muestreo: No probabilístico Técnica de recolección de datos: Observación directa Instrumentos de recolección de datos: Norma E030 Software Etabs Software AutoCAD Norma de Asce 7-16 Norma Fema 274
PROBLEMA ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS			Análisis Tiempo Historia	Derivas	
1. ¿Cómo determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas sin ningún tipo de reforzamiento en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023?	1. Determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas sin ningún tipo de reforzamiento en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023.	1. El comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas sin reforzamiento no cumplirá lo establecido en la norma E030 en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023		Comportamiento sísmico con disipadores	Disipador de energía Fluido Viscoso	Rigidez de brazo metálico	
2. ¿Cómo determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas utilizando disipador Fluido Viscoso en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023?	2. Determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas utilizando disipador Fluido Viscoso en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023.	2. La implementación del reforzamiento con disipador Fluido Viscoso mejorara el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023.	Coeficiente alfa			Adimensional	
3. ¿Cómo determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas utilizando disipador Shear Link Bozzo en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023?	3. Determinar el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas utilizando disipador Shear Link Bozzo en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023	3. La implementación del reforzamiento con disipador Shear Link Bozzo mejorara el comportamiento sísmico respecto a los modos de vibración y derivas en una vivienda multifamiliar de 5 niveles, Juliaca 2023.	Disipador Shear Link Bozzo			Rigidez de brazo metálico	
					Coeficiente alfa	Adimensional	
					Coeficiente de amortiguamiento	%	

## Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

**Título:** “Análisis comparativo del comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar y propuesta de reforzamiento con disipadores de energía, Juliaca 2023”

**Autor:** Chocano Roman, Iziguiel Osias

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VI: Análisis Sísmico	El Análisis Sísmico se define como un conjunto global de cargas sísmicas. Estas cargas pueden estar sujetas a varios tipos de análisis, como el análisis de espectro modal y el análisis de tiempo historia (según la Norma E030). Estos análisis conducen a soluciones frente a los sismos y se aplican con el objetivo de garantizar la seguridad y el cuidado de la vida humana. En Perú, se ha desarrollado este enfoque para brindar un desempeño relativo en la verificación ante eventos sísmicos, entre otros aspectos.	El análisis modal se enfoca en las propiedades dinámicas de estructuras lineales. Estas propiedades incluyen las frecuencias de resonancia (también conocidas como “frecuencias naturales”) y los modos estructurales. Para comprender mejor, imagina que una estructura es como una orquesta: las frecuencias naturales son como las notas musicales que la estructura puede “tocar”, y los modos estructurales son las formas en que vibra en respuesta a diferentes cargas.	Análisis modal espectral	Modos de vibración	Razón
				Derivas	Razón
			Análisis Tiempo Historia	Derivas	Razón
VD: Comportamiento sísmico con Disipadores	El comportamiento sísmico representa el análisis frente a los movimientos sísmicos, estos parámetros tienen la función de regular y estabilizar los elementos estructurales de forma distribuida, uniforme, continuo y normal en los diseños de estructura (pórticos). Para eludir el fallo de las cimentaciones en un edificio se debe de comprobar el refuerzo transversal dentro de las columnas (viga-columna), para evitar el colapso; por ende, se propone adicionar disipadores. (Vielma Pérez, 2008) y el reforzamiento estructural concepto de mejorar las estructuras con la función de establecer parámetros altos, los cuales ayuden notablemente en la deficiencia de los elementos estructurales (vigas, pisos y columnas), el refuerzo que se establece es de carácter implementario, por ende, se añadirá todo tipo de tecnología y diseño. Así se registraron a lo largo del tiempo como dispositivos de energía sísmica y métodos de carácter pasivos; por eso se emplea en la presente investigación utilizar el comparativo de los 2 métodos de disipación sísmica por fluido viscoso y SLB. (Raigosa Eduardo, pág. 2)	El comportamiento sísmico se refiere al plan de mejora y fortalecimiento de la estructura para aumentar su capacidad de resistencia sísmica, incluyendo la implementación de disipadores de energía de fluido viscoso y Shear Links Bozzo en posiciones específicas de la estructura.	Disipador de energía de fluido viscoso	Rigidez de brazo metálico	Razón
				Coeficiente alfa	
				Coeficiente de amortiguamiento	
					Disipador Shear Link Bozzo
			Coeficiente alfa		
				Coeficiente de amortiguamiento	

### Anexo 3. Informe de Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&o=2418884473&student\_user=1&ro=103&u=1148222817

feedback studio IZIGUIEL OSIAS CHOCANO ROMAN Archivo Antiplagio C97-CHOCANO ROMAN IZIGUIEL OSIAS.docx

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“Análisis comparativo del Comportamiento Sísmico de una Vivienda Multifamiliar y propuesta de Reforzamiento con disipadores de energía, Juliaca 2023”.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**  
Chocano Roman, Iziguiel Osias (orcid.org/0009-0004-8874-1750)

**ASESOR:**  
Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0002-4926-8556)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**  
Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ  
2023

**Resumen de coincidencias**

**18 %**

Se están viendo fuentes estándar

EN Ver fuentes en inglés

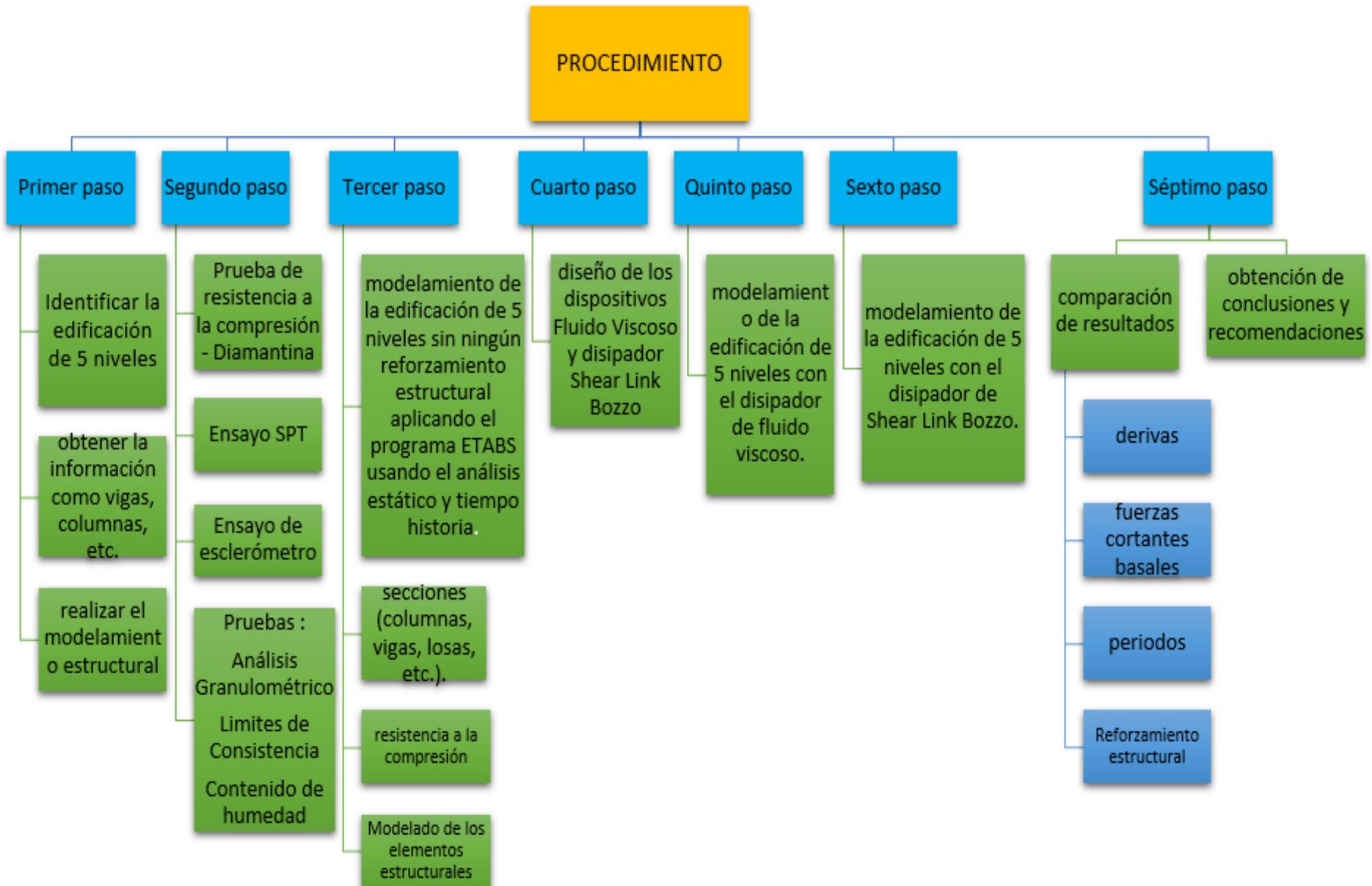
**18**

Coincidencias		
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8 % >
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	7 % >
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 % >
4	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 % >
5	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 % >
6	doku.pub	<1 % >

Página: 1 de 114    Número de palabras: 20000    Versión solo texto del informe | Alta resolución    Activado

Buscar    18:52    18/07/2024

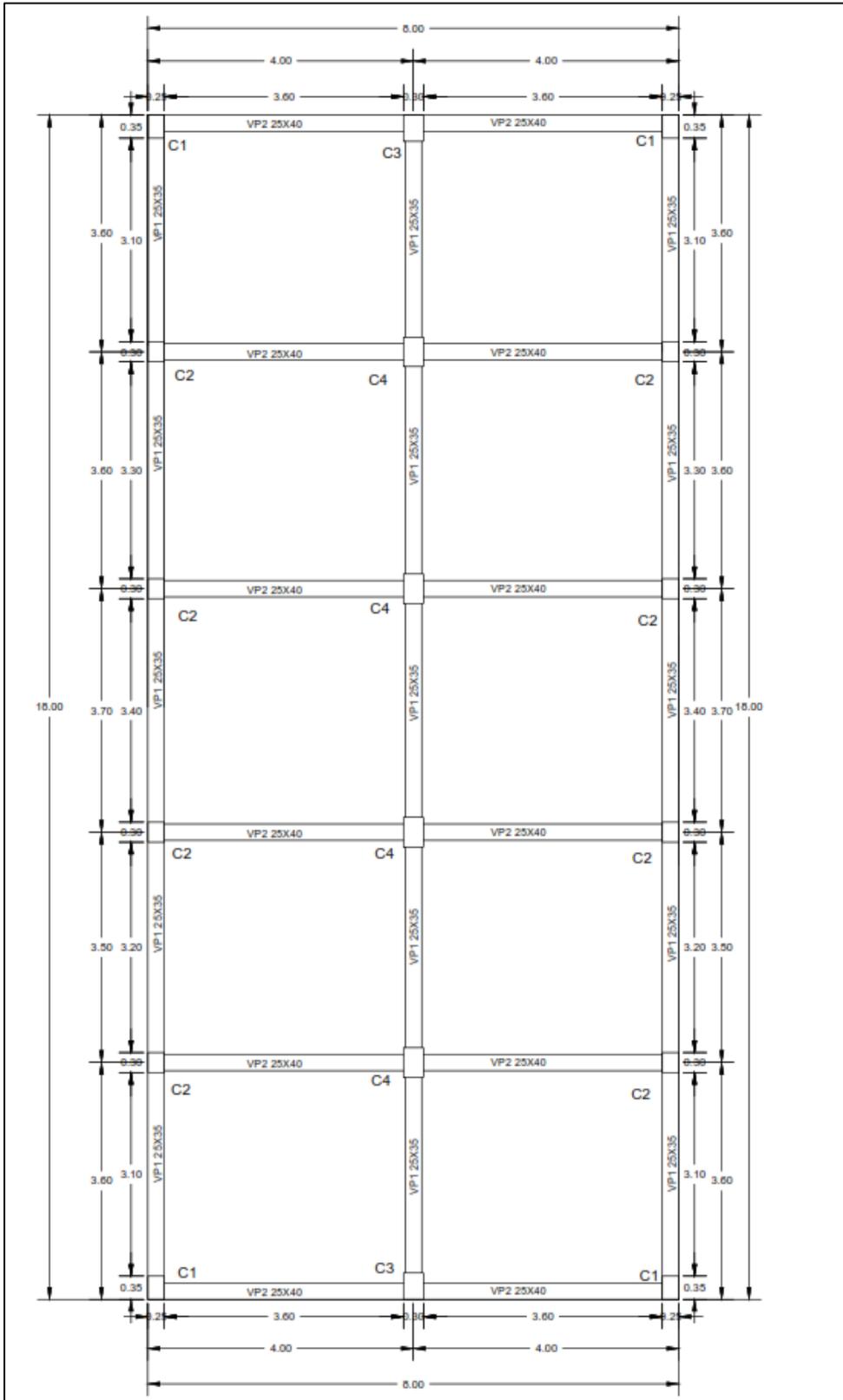
Anexo 4. Procedimiento de la ejecución de la tesis



Anexo 5. Muestra



Anexo 6. Plano de planta de la edificación de 5 niveles (vigas y columnas)



Anexo 7. Formatos de diseño sismorresistente según la Norma E030

*Factores de zona.*

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
1	0.10
2	0.25
3	0.35
4	0.45

*Factor S<sub>i</sub> de la Norma E030*

SUELO \ ZONA	ZONA	Z1	Z2	Z3	Z4
	S <sub>0</sub>		0.80	0.80	0.80
S <sub>1</sub>		1.00	1.00	1.00	1.00
S <sub>2</sub>		1.60	1.20	1.15	1.05
S <sub>3</sub>		2.00	1.40	1.20	1.10

Fuente: Normativa E030 del RNE

*Factores T<sub>L</sub> y T<sub>p</sub>.*

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0.3	0.4	0.6	1
T <sub>L</sub> (s)	3	2.5	2	1.6

## Categorías de Edificaciones

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>- Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>- instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</li> <li>- Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</li> <li>- Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado</li> </ul>	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

*Sistema estructural y coeficiente de reducción básico*

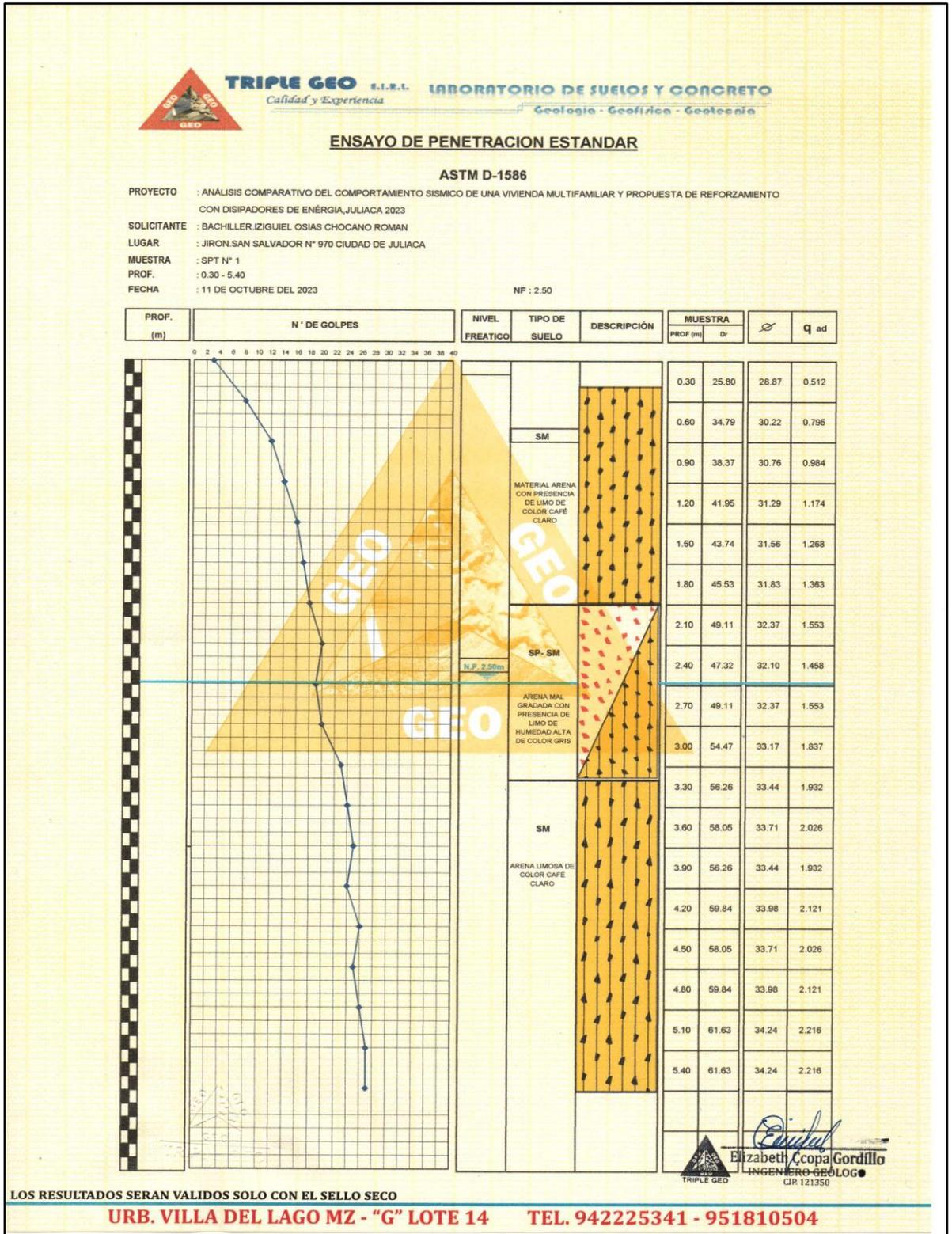
<b>Sistema Estructural</b>	<b>Coeficiente Básico de Reducción <math>R_o</math>(*)</b>
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistente a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada</b>	3
<b>Madera</b>	7 (**)

Anexo 8. Instrumento de recolección de datos - Ficha de recolección de datos

Ficha de recolección de datos								
Título de la tesis	Análisis comparativo del Comportamiento Sísmico de una Vivienda Multifamiliar y propuesta de Reforzamiento con disipadores de energía, Juliaca 2023							
Dirección de la edificación	Jr. San Salvador N° 970 en Juliaca							
Tipo de Suelo	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
	N° Muestra	DESCRIPCIÓN	%	Descripción de las muestras				
				INDICE		CLASIFICACIÓN	TIPO	OBSERVACIONES
		Limite Líquido	23.98	Indice de plasticidad	NP	SUCS	SM	Material de color café claro
		Limite Plástico	NP					
		Limite Líquido	20.32	Indice de plasticidad	NP	SUCS	SP - SM	Material de color gris claro
		Limite Plástico	NP					
		Limite Líquido	24.09	Indice de plasticidad	NP	SUCS	SM	Material de color café claro
		Limite Plástico	NP					
	Número de golpes	Prof		N				
		SPT						
0.00		0.30	3					
0.30		0.60	8					
0.60		0.90	12					
0.90		1.20	14					
1.20		1.50	16					
1.50		1.80	17					
1.80		2.10	18					
2.10	2.40	20						

		2.40	2.70	19		
		2.70	3.00	20		
		3.00	3.30	23		
		3.30	3.60	24		
		3.60	3.90	25		
		3.90	4.20	24		
		4.20	4.50	26		
		4.50	4.80	25		
		4.80	5.10	26		
		5.10	5.40	27		
Resultados de Esclerometría	<b>Columna N° 1 (25 x 35 cm)</b>					
	<b>Nro. TOTAL DE GOLPES</b>	<b>f°c CALCULADA Kg/Cm<sup>2</sup></b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>EDAD EN AÑOS</b>	<b>%</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
	10	205	11/10/2023	31 AÑOS	99	0°
	<b>Columna N° 2 (25 x 30 cm)</b>					
	<b>Nro. TOTAL DE GOLPES</b>	<b>f°c CALCULADA Kg/Cm<sup>2</sup></b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>EDAD EN AÑOS</b>	<b>%</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
	10	195	11/10/2023	31 AÑOS	93	0°
	<b>Viga Principal 1 (25 x 35 cm)</b>					
	<b>Nro. TOTAL DE GOLPES</b>	<b>f°c CALCULADA Kg/Cm<sup>2</sup></b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>EDAD EN AÑOS</b>	<b>%</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
	10	205	11/10/2023	31 AÑOS	98	0°
	<b>Viga Principal 2 (25 x 40 cm)</b>					
<b>Nro. TOTAL DE GOLPES</b>	<b>f°c CALCULADA Kg/Cm<sup>2</sup></b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>EDAD EN AÑOS</b>	<b>%</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	
10	220	11/10/2023	31 AÑOS	105	0°	
Ubicación	Distrito de Juliaca, Provincia de San Román y Departamento de Puno					

Anexo 9. Certificados de Laboratorio.





**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON DISIPADORES DE ENERGÍA, JULIACA 2023  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. IZIGUIEL OSIAS CHOCANO ROMAN  
**UBICACIÓN** : JIRON SAN SALVADOR N° 970 CIUDAD DE JULIACA  
**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 1  
**PROFUNDIDAD** : 0.15 - 1.80 m  
**FECHA** : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	606.91
SUELO SECO + TARRO	gr	556.06
PESO DEL TARRO	gr	64.74
PESO DEL AGUA	gr	50.85
PESO DEL SUELO SECO	gr	491.32
HUMEDAD %	%	10.35

**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		A	B		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	42.96	41.83		
SUELO SECO + TARRO	gr	39.40	38.16		
PESO DEL TARRO	gr	25.52	23.61		
PESO DEL AGUA	gr	3.58	3.67		
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.88	14.55		
HUMEDAD %	%	25.79	25.22		
N° DE GOLPES		15	15		
<b>LÍMITE LIQUIDO %</b>		<b>23.98</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b>		<b>NP</b>
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b>		<b>NP</b>			

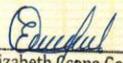
$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

W<sub>n</sub> = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes

  
Elizabeth Copo Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON DISIPADORES DE ENERGÍA, JULIACA 2023  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. IZIGUIEL OSIAS CHOCANO ROMAN  
**UBICACIÓN** : JIRON SAN SALVADOR N° 970 CIUDAD DE JULIACA  
**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 2  
**PROFUNDIDAD** : 1.80 - 3.20 m  
**FECHA** : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	512.18
SUELO SECO + TARRO	gr	463.96
PESO DEL TARRO	gr	65.05
PESO DEL AGUA	gr	48.22
PESO DEL SUELO SECO	gr	398.91
HUMEDAD %	%	12.09

**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD  
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARRO N°		C	D		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.93	39.83		
SUELO SECO + TARRO	gr	38.12	37.05		
PESO DEL TARRO	gr	25.47	24.53		
PESO DEL AGUA	gr	2.81	2.78		
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.65	12.52		
HUMEDAD %	%	22.21	22.20		
N° DE GOLPES		12	12		

**LÍMITE LIQUIDO %** : 20.32      **LÍMITE PLÁSTICO %** : NP

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : NP

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
Donde:  
LL = Límite Líquido  
W<sub>n</sub> = Contenido de Humedad Promedio (%)  
N = Número de Golpes

  
Elizabeth Ceopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP: 121359

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14      TEL. 942225341 - 951810504**



**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON DISIPADORES DE ENERGÍA, JULIACA 2023  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. IZIGUIEL OSIAS CHOCANO ROMAN  
**UBICACIÓN** : JIRON SAN SALVADOR N° 970 CIUDAD DE JULIACA  
**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 3  
**PROFUNDIDAD** : 3.20 - 5.40 m  
**FECHA** : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	514.58
SUELO SECO + TARRO	gr	470.69
PESO DEL TARRO	gr	63.44
PESO DEL AGUA	gr	43.89
PESO DEL SUELO SECO	gr	407.25
HUMEDAD %	%	10.78

**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD  
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

TARRO N°	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		E	F		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	43.37	40.98		
SUELO SECO + TARRO	gr	39.29	37.82		
PESO DEL TARRO	gr	23.48	25.20		
PESO DEL AGUA	gr	4.08	3.16		
PESO DEL SUELO SECO	gr	15.81	12.62		
HUMEDAD %	%	25.81	25.04		
N° DE GOLPES		16	16		

**LÍMITE LIQUIDO %** : 24.09      **LÍMITE PLÁSTICO %** : NP

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : NP

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$   
Donde:  
LL = Límite Líquido  
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
N = Número de Golpes

Elizabeth Coopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14      TEL. 942225341 - 951810504**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)**

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON DISIPADORES DE ENERGÍA, JULIACA 2023

**SOLICITANTE** : BACHILLER. IZIGUIEL OSIAS CHOCANO ROMAN

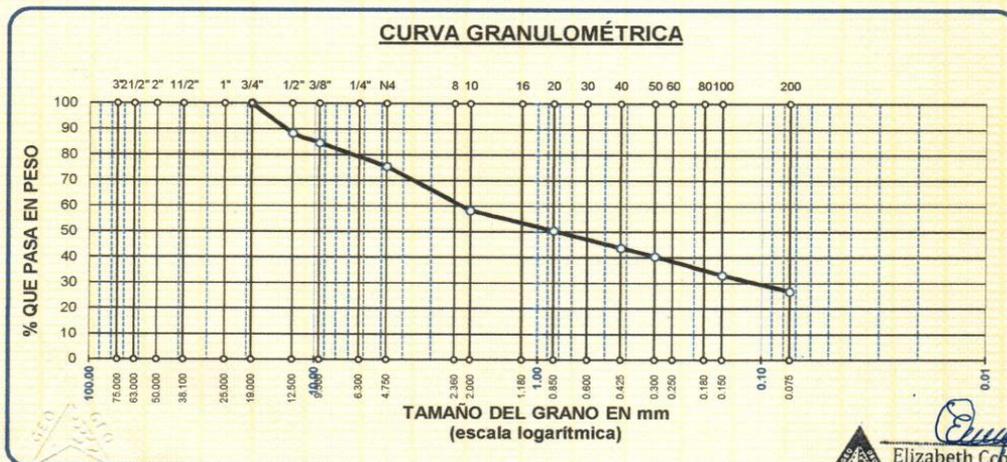
**UBICACIÓN** : JIRON SAN SALVADOR N° 970 CIUDAD DE JULIACA

**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 1

**PROFUNDIDAD** : 0.15 - 1.80 m

**FECHA** : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 750.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 548.25
2"	50.000						P.P.= 201.75
1 1/2"	38.100						%W= 10.35
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L.= 23.98
1/2"	12.500	86.29	11.51	11.51	88.49		L.P.= NP
3/8"	9.500	28.48	3.80	15.30	84.70		I.P.= NP
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	69.15	9.22	24.52	75.48		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= 0.112 Cc= ---
No10	2.000	127.92	17.06	41.58	58.42		D60= 2.25
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	59.08	7.88	49.46	50.54		I.G. = :
No30	0.600						SUCS : SM
No40	0.425	50.17	6.69	56.15	43.85		ASSTHO :
No50	0.300	25.11	3.35	59.49	40.51		OBSERVACIONES: MATERIAL DE COLOR CAFE CLARO
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	55.40	7.39	66.88	33.12		
No200	0.075	46.65	6.22	73.10	26.90		
BASE		201.75	26.90	100.00	0.00		
TOTAL		750.00	100.00				
% PERDIDA							



*Elizabeth Cobpa Gordillo*  
**Elizabeth Cobpa Gordillo**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 C.I.P. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**

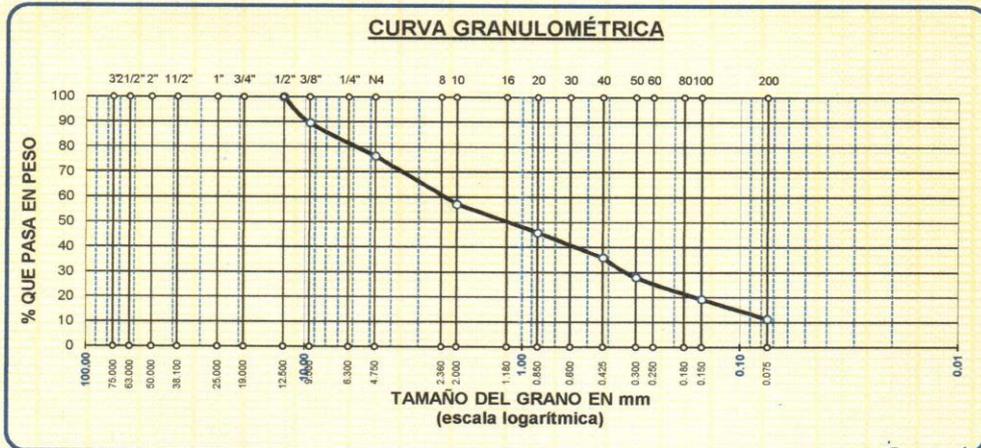


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)**

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON DISIPADORES DE ENERGÍA, JULIACA 2023  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. IZIGUIEL OSIAS CHOCANO ROMAN  
**UBICACIÓN** : JIRON SAN SALVADOR N° 970 CIUDAD DE JULIACA  
**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 2  
**PROFUNDIDAD** : 1.80 - 3.20 m  
**FECHA** : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 800.00
2"	50.000						P.L.= 709.59
1 1/2"	38.100						P.P.= 90.41
1"	25.000						%W= 12.09
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L.= 20.32
3/8"	9.500	83.69	10.46	10.46	89.54		L.P.= NP
1/4"	6.300						I.P.= NP
No4	4.750	105.25	13.16	23.62	76.38		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= 0.066 Cu= 36.2
No10	2.000	153.40	19.18	42.79	57.21		D30= 0.332 Cc= 0.69
No16	1.180						D60= 2.40
No20	0.850	90.12	11.27	54.06	45.94		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	79.95	9.99	64.05	35.95		SUCS : SP-SM
No 50	0.300	63.88	7.99	72.04	27.96		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES: MATERIAL DE
No80	0.180						COLOR GRIS CLARO
No100	0.150	70.10	8.76	80.80	19.20		
No200	0.075	63.20	7.90	88.70	11.30		
BASE		90.41	11.30	100.00	0.00		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA		11.30					



*Elizabeth*  
**Elizabeth Coopa Gordillo**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



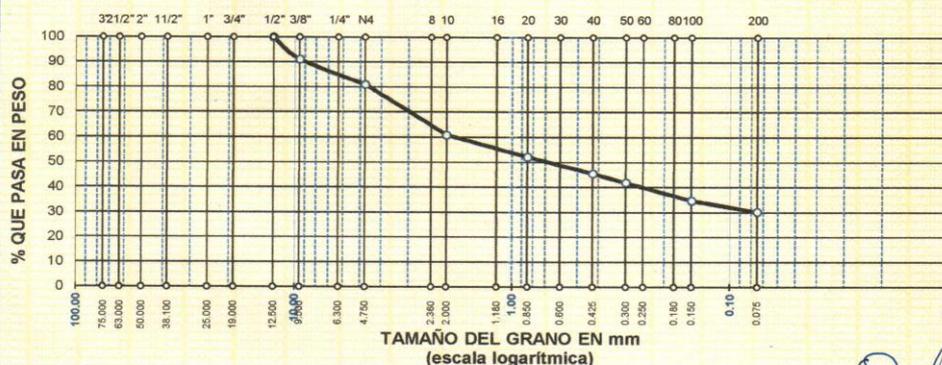
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)**

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON DISIPADORES DE ENERGÍA, JULIACA 2023  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. IZIGUIEL OSIAS CHOCANO ROMAN  
**UBICACIÓN** : JIRON SAN SALVADOR N° 970 CIUDAD DE JULIACA  
**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 3  
**PROFUNDIDAD** : 3.20 - 5.40 m  
**FECHA** : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 800.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 558.60
2"	50.000						P.P.= 241.40
1 1/2"	38.100						%W= 10.78
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 24.09
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= NP
3/8"	9.500	70.69	8.84	8.84	91.16		I.P.= NP
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	80.90	10.11	18.95	81.05		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	160.90	20.11	39.06	60.94		D60= 1.88
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	70.05	8.76	47.82	52.18		I.G. =
No30	0.600						SUCS : SM
No40	0.425	53.24	6.66	54.47	45.53		ASSTHO :
No 50	0.300	29.10	3.64	58.11	41.89		OBSERVACIONES : MATERIAL DE
No60	0.250						COLOR CAFÉ CLAI
No80	0.180						
No100	0.150	56.90	7.11	65.22	34.78		
No200	0.075	36.82	4.60	69.83	30.18		
BASE		241.40	30.18	100.00	0.00		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA		30.18					

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



*Elizabeth*  
**Elizabeth Ccopa Gordillo**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



## ENSAYO CON ESCLEROMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO  
CON DISIPADORES DE ENERGÍA, JULIACA 2023  
SOLICITANTE : BACHILLER. IZIGUIEL OSIAS CHOCANO ROMAN  
LUGAR : JIRON SAN SALVADOR N° 970 CIUDAD DE JULIACA  
ZONA : COLUMNA N 1 - PRIMER PISO (25 Cm X 35 Cm)  
DISEÑO : 210 Kg/Cm<sup>2</sup>  
FECHA : 11 DE OCTUBRE DEL 2023

Nro. TOTAL DE GOLPES	f <sub>c</sub> CALCULADA Kg/Cm <sup>2</sup>	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	205		11/10/2023	31 AÑOS	98	0°

ZONA : COLUMNA N 2 - PRIMER PISO (25 Cm X 30 Cm)  
DISEÑO : 210 Kg/Cm<sup>2</sup>

Nro. TOTAL DE GOLPES	f <sub>c</sub> CALCULADA Kg/Cm <sup>2</sup>	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	195		11/10/2023	31 AÑOS	93	0°

ZONA : VIGA PRINCIPAL 1 PRIMER PISO (25 Cm X 35 Cm)  
DISEÑO : 210 Kg/Cm<sup>2</sup>

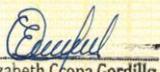
Nro. TOTAL DE GOLPES	f <sub>c</sub> CALCULADA Kg/Cm <sup>2</sup>	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	205		11/10/2023	31 AÑOS	98	0°

ZONA : VIGA PRINCIPAL 2 PRIMER PISO (25 Cm X 40 Cm)  
DISEÑO : 210 Kg/Cm<sup>2</sup>

Nro. TOTAL DE GOLPES	f <sub>c</sub> CALCULADA Kg/Cm <sup>2</sup>	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	220		11/10/2023	31 AÑOS	105	0°

### OBSERVACIONES :

\* EL MARTILLO DE LA PRUEBA ES PARA USO EN ESPECIMENES QUE USAN EL CEMENTO PORTLAND CONVENCIONAL, ARENA FINA Y ARENA GRUESA QUE VAN EN LA EDAD DE 14 A 56 DÍAS

  
Elizabeth Copa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121359

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DIAMANTINA

NORMA (ASTM C 17 - ASTM C 192)

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON DISIPADORES DE ENERGIA, JULIACA 2023

SOLICITANTE : BACHILLER. IZIGUIEL GOCANO ROMAN

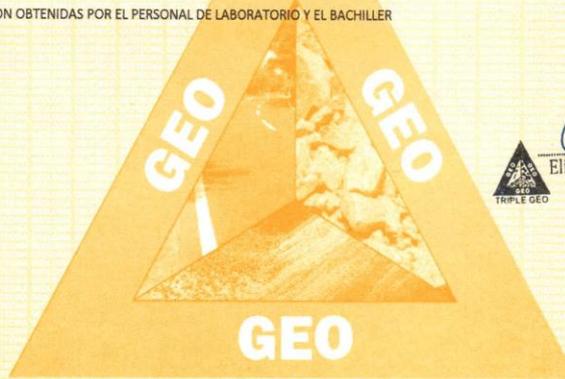
LUGAR : JIRON SAN SALVADOR N° 970 CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2023

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	SF. ROTUR	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	EST. ROTURA	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	AÑOS		CORREGI	CORREGIDO
1	BRIQUETA DE PRUEBA N 4.90 X 10.40 cm	3680.00	4.90	18.86	195.12	210			31	92.92%		92.92%
	COLUMNA 3 PRIMER PISO(30 Cm x 40 Cm)											
2	BRIQUETA DE PRUEBA N 4.90 X 10.60 cm	3550.00	4.90	18.86	188.23	210			31	89.63%		89.63%
	COLUMNA 4 PRIMER PISO(30 Cm x 45 Cm)											

### OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON OBTENIDAS POR EL PERSONAL DE LABORATORIO Y EL BACHILLER



*Elizabeth*  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14

TEL. 942225341 - 951810504

Anexo 10. Certificados de calibración de equipos.

 <b>CALIBRATEC S.A.C.</b> LABORATORIO DE METROLOGIA		CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS RUC: 20606479680
Área de Metrología Laboratorio de Longitud		<b>INFORME DE VERIFICACIÓN</b> <b>CA - IV - 080 - 2022</b> <small>Página 1 de 2</small>
1. Expediente	0219-2022	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL	
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	
4. Equipo	PENETRACION ESTANDAR SPT (SPT)	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-SPT	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Procedencia	PERÚ	
Numero de Serie	NO INDICA	
Código de Identificación	IV-080	
Tipo de contador	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2022-02-04	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Fecha de Emisión 2022-02-05		Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Jefe del Laboratorio de Metrología  MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES		El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
		
☎ 977 997 385 - 913 028 621 ☎ 913 028 622 - 913 028 623 ☎ 913 028 624		📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima ✉ comercial@calibratec.com.pe 🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN  
CA - IV - 080 - 2022

Página 2 de 2

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional MTC E-119 :  
MÉTODO DE ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR SPT "

7. Lugar de Verificación

Las instalaciones del cliente.  
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.5 °C	14.6 °C
Humedad Relativa	35 %	35 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0757-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021
METROIL	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0688-2021

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA MASA DE IMPACTO

Peso (kg)
63.60

DIMENSIONES DEL MUESTRADOR DE CAÑA PARTIDA

Díametro Interno (mm)	Longitud (mm)	Díametro Zapata Guía (mm)
39.43	477.00	34.8

DIMENSIONES DE LAS VARILLAS

Díametro (mm)	Altura (m)	Peso (kg)
32.10	1.50	14.91



Fin del Documento

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 023 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente 0219-2022
2. Solicitante TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO  
- PUNO - PUNO
4. Equipo HORNO
  - Alcance Máximo 300 °C
  - Marca PERUTEST
  - Modelo PT-H136
  - Número de Serie 0127
  - Procedencia CHINA
  - Identificación NO INDICA
  - Ubicación NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-02-04

Fecha de Emisión

2022-02-05

Sello del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 067 - 2022

Página 1 de 2

1. Expediente	02799-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 20 850 µm
Marca	SOIL TEST, INC
Número de serie	NO INDICA
Procedencia	U.S.A.
Identificación	IV-067
5. Fecha de Verificación	2022-08-08

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-08-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 069 - 2022

Página 1 de 2

1. Expediente	02799-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 10 2 mm
Marca	ELE INTERNATIONAL
Número de serie	141332F89
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2022-08-08

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión: 2022-08-10  
Jefe del Laboratorio de Metrología: Sello

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 064 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

1. Expediente	02799-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Díametro	8 pulgadas
Designación	No. 50 300 µm
Marca	GRANO TEST
Número de serie	21996
Procedencia	COLOMBIA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2022-08-08

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-08-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JOSE ALLJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 028 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0485-2023
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	120000 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PC-120
Número de Serie	1080
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315-X5P
Número de Serie	1080
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-03-30

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-03-31

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



913 028 621 / 913 028 622  
913 028 623 / 913 028 624  
www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
ventas@perutest.com.pe  
PERUTEST SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 039 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	0249-2022	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL	
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	620 g	
División de escala (d)	0.01 g	
Div. de verificación (e)	0.01 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	NV622ZH	
Número de Serie	8342157621	
Capacidad mínima	0.2 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2022-01-31	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-01-31

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 028 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0485-2023
2. Solicitante	<b>TRIPLE GEO EIRL</b>
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO
4. Equipo	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>
Capacidad	120000 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PC-120
Número de Serie	1080
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315-XSP
Número de Serie	1080
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-03-30

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión  
2023-03-31

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

<b>1. Expediente</b>	1595-2021	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	TRIPLE GEO E.I.R.L.	
<b>3. Dirección</b>	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Instrumento</b>	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
<b>Diametro</b>	8 pulgadas	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Designación</b>	No. 100 150 µm	
<b>Marca</b>	SOILTEST, INC.	
<b>Número de serie</b>	205549	
<b>Procedencia</b>	U.S.A.	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Identificación</b>	NO INDICA	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2021-08-16	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0125 - 2021

Página 1 de 2

1. Expediente	1595-2021	<p>Este Informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.	
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 200 75 µm	
Marca	FORNEY	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	IV-0125	
5. Fecha de Verificación	2021-08-16	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LD - 035 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza

Página 1 de 2

1. Expediente	4460-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento de medición	MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO.
Marca	FORNEY
Modelo	LA-0352
Número de Serie	1007
Alcance de Indicación	100 Número de Rebote
Div. Escala / Resolución	1 Número de Rebote
Identificación	NO INDICA
Tipo	ANALÓGICO
5. Fecha de Calibración	2022-12-26

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-12-26

Jefe de Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 028 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.8 °C	14.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga de 150 tn con una incertidumbre de 241 kg	INF-LE N° 042-22 (B)

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 028 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	12000	12063	12068	12068	12066
20	24000	24112	24107	24082	24101
30	36000	36132	36127	36127	36129
40	48000	48178	48188	48183	48183
50	60000	60238	60238	60243	60240
60	72000	72284	72284	72294	72288
70	84000	84356	84356	84361	84357
80	96000	96412	96493	96478	96461
90	108000	108525	108515	108525	108521
100	120000	120572	120572	120577	120574
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
12000	-0.54	0.04	0.04	0.08	0.34
24000	-0.30	0.12	0.50	0.04	0.42
36000	-0.25	0.01	0.44	0.03	0.41
48000	-0.27	0.02	0.45	0.02	0.40
60000	-0.29	0.01	0.45	0.02	0.41
72000	-0.28	0.01	0.47	0.01	0.42
84000	-0.30	0.01	0.51	0.01	0.43
96000	-0.35	0.08	0.54	0.01	0.43
108000	-0.33	0.01	0.58	0.01	0.45
120000	-0.32	0.00	0.61	0.01	0.46

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.10 %
---	--------

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

## Anexo 11. Contrato de locación de servicios.

### CONTRATO DE LOCACION DE SERVICIOS

Conste por el presente, el Contrato de Locación de Servicios que suscriben de una parte, la empresa **TRIPLE GEO E.I.R.L.** con registro único de contribuyentes **(RUC) N° 20607250333**, señalando domicilio de la Urbanización Villa del Lago Mz. G Lote 14, representado por la **Gerente General Ing. Geólogo ELIZABETH CCOPA GORDILLO**, con DNI **01334159** a quien en adelante se denominará EL COMITENTE y de la otra parte la Bachiller de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, Sr. **IZIGUIEL CHOCANO ROMAN** identificado con DNI **48186912**, a quien en adelante se denominará EL LOCADOR, en los términos y condiciones siguientes:

**PRIMERO:** Es objetivo del presente contrato, realizar trabajos de laboratorio de suelos y concreto para la elaboración de tesis que consiste en:

- Ensayos de SPT (05 Metros Lineales)
- Ensayos de Diamantina (2)
- Ensayo de Esclerometro (4)

Trabajos que serán realizados por el COMITENTE, de acuerdo a las especificaciones realizadas por el LOCADOR.

**SEGUNDO:** El COMITENTE se obliga a realizar trabajos de estudios de suelos y concreto en el laboratorio de su empresa poniendo a disposición su experiencia profesional-técnica y capacidad para realizar los trabajos solicitados por el LOCADOR.

**TERCERO:** El plazo de contrato. - por la locación de servicios el COMITENTE, se obliga a presentar sus servicios a partir del día 08 de octubre del 2023 debiendo de entregar el trabajo culminado en 30 días.

**CUARTO:** Los honorarios de servicios el COMITENTE se obliga a prestar sus servicios por un tiempo de 30 días para realizar el trabajo determinado a cambio de una retribución económica, que deberán abonar el LOCADOR el monto fijado por

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**

los servicios prestados por la suma ascendente a s/ 1490.00 (MIL CUATROCIENTOS NOVENTA 00/100 SOLES).

**QUINTO:** El pago será cancelado a la prestación efectiva del servicio, de la siguiente manera:

- 50% a la firma del contrato y el 50% a la entrega de los resultados del trabajo.

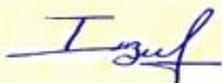
**SEXTO:** confidencialidad de la información. - la información obtenida por el COMITENTE dentro del cumplimiento de sus obligaciones, así como sus informes y toda clase de documentos que produzca o tenga a su alcance de manera directa o indirecta, relacionados o no con la ejecución de sus trabajos, serán confidenciales, no pudiendo ser divulgados por el COMITENTE, sin la autorización expresa del LOCADOR.

El contratante declara que en la celebración del presente contrato no ha mediado causal alguna que invalide el presente contrato, en fe de lo cual firmo en señal de conformidad en dos ejemplares en la ciudad de Puno a los 08 días del mes de octubre del 2023.

Ambas partes en señal de conformidad suscriben el presente contrato.

**GEO**

Puno 08 de Octubre del 2023



Bach Iziguel Chocano Roman  
DNI: 48188912


Elizabeth Lopez Gordillo  
INGENIERA EN GEOMÁTICA

ESTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**

Anexo 12. Validación por expertos

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**VALIDACIÓN POR EXPERTOS**

**Título de tesis:** *Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico de una Vivienda Multifamiliar y propuesta de Reforzamiento con disipadores de energía, Juliaca 2023.*

**Parte A: Datos del experto**

- Apellidos y Nombres : *Huamán Cosayo Moisés A.*
- Grado o título profesional: *Ingeniero Civil*
- N° de registro : *97894*

**Parte B: Validación**

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible y adecuado.				X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.					X
ESTRUCTURA	El contenido tiene un orden lógico.					X
SUFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos y científicos para identificar y determinar lo requerido en la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento de juicio relaciona la variable única de estudio con su respectivo indicador, unidades e incidencia.				X	
METODOLOGÍA	La estrategia a emplear responde una metodología para lograr cumplir los objetivos planteados.					X
<b>TOTAL</b>		<b>38</b>				

Nota. 0-20 (DEFICIENTE), 21-30 (REGULAR), 31-36 (BUENO) y 37-40 (EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de *38*. Y está dentro del rango de valoración de *40*. y su validación fue *excelente*

Juliaca, *28* noviembre del *23*



Firma y sello

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

Facultad de Ingeniería Civil

**VALIDACIÓN POR EXPERTOS**

**Título de tesis:** *Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico de una Vivienda Multifamiliar y Propuesta de Reforzamiento con Disipadores de energía, Juliaca 2023*

**Parte A: Datos del experto**

- Apellidos y Nombres : *Choque Aguilar Alex*
- Grado o título profesional: *Ingeniero Civil*
- N° de registro : *308119*

**Parte B: Validación**

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACION				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible y adecuado.					X
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.				X	
ESTRUCTURA	El contenido tiene un orden lógico.					X
SUFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos y científicos para identificar y determinar lo requerido en la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento de juicio relaciona la variable única de estudio con su respectivo indicador, unidades e incidencia.				X	
METODOLOGÍA	La estrategia a emplear responde una metodología para lograr cumplir los objetivos planteados.				X	
<b>TOTAL</b>						<i>35</i>

Nota. 0-20 (DEFICIENTE), 21-30 (REGULAR), 31-36 (BUENO) y 37-40 (EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de *35*... Y está dentro del rango de valoración de *36*... y su validación fue *Buena*

Juliaca, *10* diciembre del *2023*



*Alex Y. Choque Aguilar*  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 308119

Firma y sello

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

Facultad de Ingeniería Civil

**VALIDACIÓN POR EXPERTOS**

Título de tesis: *Analisis Comparativo del Comportamiento Sismico de una Vivienda Multifamiliar y Propuesta de Reforzamiento con disipadores de energía, Juliaca 2023.*

**Parte A: Datos del experto**

- Apellidos y Nombres : Tumi Miranda Juan
- Grado o título profesional: Ingeniero Civil
- N° de registro : 84577

**Parte B: Validación**

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible y adecuado.			X		
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.					X
ESTRUCTURA	El contenido tiene un orden lógico.				X	
SUFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos y científicos para identificar y determinar lo requerido en la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento de juicio relaciona la variable única de estudio con su respectivo indicador, unidades e incidencia.					X
METODOLOGÍA	La estrategia a emplear responde una metodología para lograr cumplir los objetivos planteados.					X
<b>TOTAL</b>						<b>36</b>

Nota. 0-20 (DEFICIENTE), 21-30 (REGULAR), 31-36 (BUENO) y 37-40 (EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de ..... Y está dentro del rango de valoración de ..... y su validación fue .....

Juliaca, 15 diciembre del 2023

  
**Ing. Juan F. Tumi Miranda**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 84577

Firma y sello

**FICHA TÉCNICA: 3ª GENERACIÓN DISIPADORES SÍSMICOS SLB**

1. TIPOLOGIA: Disipador por plastificación de metales, fabricado con planchas de acero estructural ASTM, de geometría variable (acinturada, piramidal, rectangular), rebajes labrados mediante fresado mecanizado automático y soldado con cordón continuo transversalmente a otra plancha de acero estructural, labrada y socavada con geometría almenada por medio de fresado mecanizado automático.
2. ACTUACIÓN: Por deformación plástica. La disipación de energía se produce principalmente por esfuerzos de corte debidos al desplazamiento lateral del dispositivo, el cual empieza a partir de los 0.2mm. La Tercera Generación de SLB alcanza bajo protocolo AISC-2016 a una capacidad de deformación de +/- 30 mm.
3. GEOMETRÍA:
  - a. Disipador:
    - i. Variable, en forma acinturada, trapezoidal o rectangular, con rigidizadores laterales verticales
    - ii. Plancha de espesor según diseño 25mm – 32 mm, con ventanas disipativas rebajadas con fresado mecanizado automático.
    - iii. Dimensiones: de acuerdo con el cálculo y tabla de capacidad según parámetros de diseño.

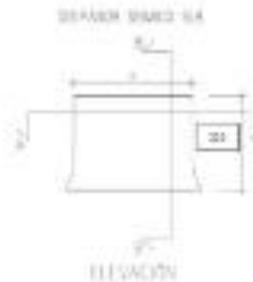


Fig. 02 Geometría y dimensiones generales del Disipador SLB 3ª generación



### FICHA TÉCNICA: 3ª GENERACIÓN DISIPADORES SÍSMICOS SLB



SECCIÓN B-B

Fig. 03 Elevation de dissipador sísmico SLB de 3ra generación

4. CONEXIÓN: Mediante piezas conectores de distintos tipos, pueden ser almenadas (dentadas) ubicadas en la parte superior de los dissipadores, **sin transferir carga axial**.

a. Placas Almenadas:

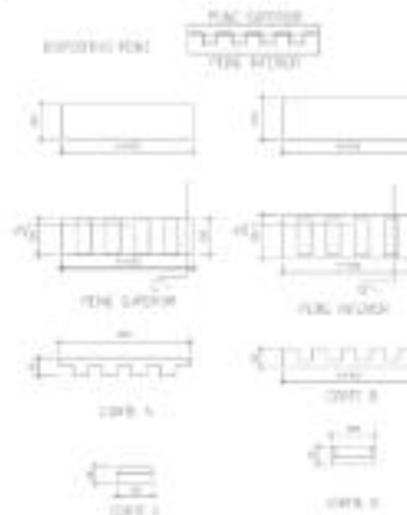


Fig. 04 Elevation conexión almenada tipo pinna (Dibujo Referencial)

### 5. MATERIALES

a. Acero estructural tipo ASTM A36

- i. Plancha estructural de acero de carbono según norma ASTM laminado en caliente.
- ii. Límite Elástico (esfuerzo de Fluencia) Mpa (Ksi) > 250 (36)

**FICHA TÉCNICA: 3ª GENERACIÓN DISIPADORES SÍSMICOS SLB****6. MANTENIMIENTO**

- a. Protección contra la intemperie: Debido a su estructura molecular, todos los elementos estructurales de acero deben protegerse frente a las acciones externas, evitando la oxidación y la corrosión.
- b. Para evitar el deterioro indicado, **se deben aplicar imprimantes o productos antioxidantes en todas las superficies metálicas**. Esta imprimación deberá estar sometida a control periódico para detectar a tiempo posibles signos de oxidación, para lo cual es preceptivo el cumplimiento de las siguientes actividades de mantenimiento (habituales a todas las estructuras de acero):
  - i. Si la estructura metálica es interior o no expuesta a agentes ambientales nocivos:
    1. Cada 4 años, deberá realizarse una revisión de la estructura, detectando puntos de inicio de la oxidación, en los que deberá levantarse el material degradado y proteger la zona deteriorada, mediante la imprimación local de pintura antioxidante.
    2. Cada 10 años deberá procederse a un levantado de la imprimación existente para un posterior pintado total de la estructura.
  - ii. Si la estructura metálica es exterior o en un ambiente de agresividad moderada:
    1. Cada 2 años, deberá realizarse una revisión de la estructura detectando puntos de inicio de la oxidación, en los que deberá levantarse el material degradado y proteger la zona deteriorada mediante la imprimación local de pintura antioxidante.
    2. Cada 5 años deberá procederse a un levantado de la imprimación existente para un posterior pintado total de la estructura.
  - iii. Si la estructura metálica es exterior o expuesta a un ambiente de agresividad elevada:
    1. Cada año, deberá realizarse una revisión de la estructura detectando puntos de inicio de la oxidación, en los que deberá levantarse el material degradado y proteger la zona deteriorada mediante la imprimación local de pintura antioxidante.
    2. Cada 3 años deberá procederse a un levantado de la imprimación existente, para un posterior pintado total de la estructura.

**7. ACABADO DE FABRICACIÓN: Todos los dispositivos SLB se entregan con el siguiente acabado de protección contra la corrosión:**

- a. Preparación: Pulido por medio de granallado y arenado mecánico.
- b. Base: Pintura zincromato 5mills., pintura de recubrimiento de altos sólidos a base de resinas Epoxi Poliámina Amina, Semi-Brillante. Bajo nivel de V.O.C. 198 g/l. Norma GS11 (Green Seal).
- c. Pintura Oleo anticorrosiva acabada: 3 mills. Pintura zincromato 5 mills, pintura de recubrimiento de altos sólidos a base de resinas Epoxi Poliámina Amina, Semi-Brillante etc. Bajo nivel de V.O.C. 198 g/l. Norma GS11 (Green Seal).

#### FICHA TÉCNICA: 3ª GENERACIÓN DISIPADORES SÍSMICOS SLB

8. ENSAYOS DE PROTOTIPOS: El 100% de las planchas de acero estructural utilizadas en el maquinado de los dispositivos SLB se ensayan a tracción para obtener sus propiedades nominales. Se muestra en la siguiente imagen como la resistencia a tracción simple en las planchas es mayor a la requerida para los aceros A36, variando incluso según la dirección de laminación. Por ello cada dispositivo SLB fabricado ajusta sus propiedades o dimensiones a las propiedades reales del material base para su fabricación, incluyendo dirección de rolado.

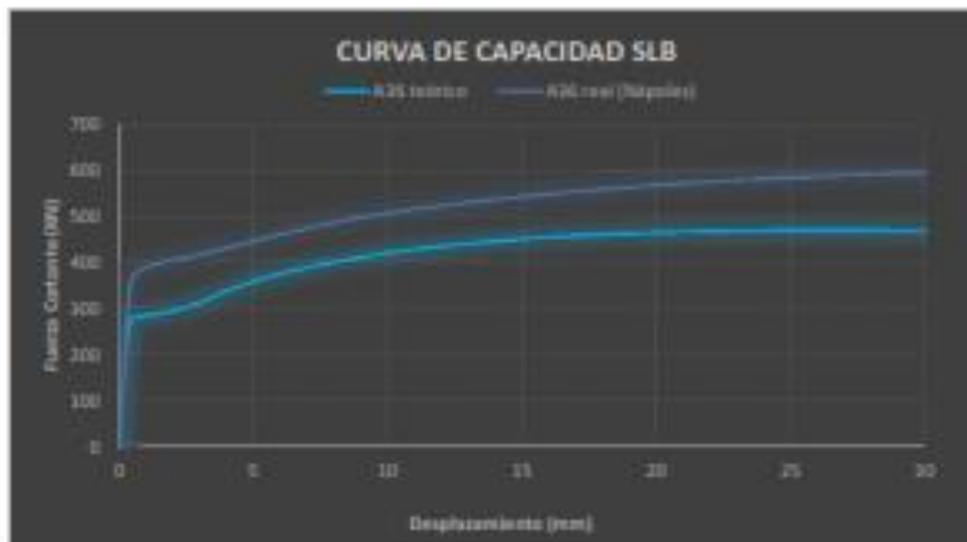


Fig. 08 Curvas de capacidad del acero (teórico y real)

9. CAPACIDAD DE DESPLAZAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS SLB DE 3ª GENERACION: La capacidad individual de desplazamiento de cada Disipador sísmico SLB, determinada según el protocolo de carga AISC, Seismic Provision 2016 y FEMA 461 es de +/- 30 mm.
10. PRESENTACION y EMPAQUE: Los disipadores sísmicos SLB van soldados a la pieza metálica almenada. Se envían empaquetados con fil de polietileno, cartón corrugado y separados por unidades.
11. TABLA DE SELECCIÓN DE DISIPADORES: Los disipadores sísmicos SLB de 3ª generación presentan la siguiente tabla de **capacidades nominales**:



FICHA TÉCNICA: 3ª GENERACIÓN DISIPADORES SÍSMICOS SLB

Parámetros de diseño para los disipadores 1000A-1200-800210						
Dispositivo	$R_1$ (kN/cm)	$R_2$ (kN/cm)	$D_1$ (mm)	$R_3$ (kN)	$F_{max}$ (kN)	$R_4$ (kN/cm)
SLB24_2	101.13	8.75	0.983	30.60	60.01	87.08
SLB24_3	107.80	10.75	1.012	31.00	79.21	89.25
SLB24_4	111.71	13.00	1.061	31.50	93.36	100.11
SLB24_5	119.60	12.78	1.078	37.30	96.67	111.18
SLB24_6	151.87	14.86	0.811	38.10	81.76	119.78
SLB24_7	476.27	16.18	0.858	38.00	107.57	141.77
SLB24_8	717.00	18.18	0.900	66.30	119.87	199.19
SLB24_9	783.27	17.60	0.817	51.70	111.18	171.71
SLB30_2	893.00	18.18	0.761	66.00	118.71	168.89
SLB30_3	1018.12	21.67	0.780	81.10	118.63	198.81
SLB30_4	1109.53	22.96	0.809	90.00	106.26	216.56
SLB30_5	1217.80	18.90	0.906	112.20	100.26	286.95
SLB30_6	1371.07	20.17	0.648	120.80	109.61	298.86
SLB30_7	1961.87	27.36	0.641	126.10	200.45	318.16
SLB30_8	2290.17	31.00	0.694	188.70	276.57	371.16
SLB30_9	2176.60	26.60	0.673	172.10	210.11	316.51
SLB30_10	2371.10	37.60	0.601	128.60	203.11	316.66
SLB30_11	2440.12	36.27	0.597	116.90	278.10	396.16
SLB30_12	1100.11	31.00	0.606	188.00	318.11	370.61
SLB30_13	1620.20	38.63	0.610	218.00	399.71	540.10
SLB30_14	1211.07	38.98	0.606	191.80	391.11	391.69
SLB30_15	1016.67	70.69	0.589	118.10	417.11	402.56
SLB30_16	4786.20	80.06	0.585	279.80	526.49	706.70
SLB30_17	6317.87	90.00	0.586	118.00	502.10	700.88
SLB30_18	6391.11	98.66	0.589	317.10	615.61	801.43
SLB30_19	6612.11	107.01	0.591	391.00	716.61	878.51
SLB30_20	7281.07	116.57	0.609	480.70	776.60	1286.12
SLB30_21	7711.07	120.61	0.600	486.00	816.60	1181.71
SLB30_22	3666.71	68.20	0.578	212.10	416.11	616.19
SLB30_23	4717.00	78.76	0.581	266.70	507.11	617.79
SLB30_24	5461.10	90.10	0.580	118.00	596.61	799.16
SLB30_25	6421.67	116.99	0.581	366.10	678.61	921.11
SLB30_26	7166.00	116.36	0.585	316.10	718.77	1116.63
SLB30_27	8126.07	126.61	0.588	361.10	818.79	1169.19
SLB30_28	8301.00	131.00	0.579	608.00	916.00	1267.00
SLB30_29	9412.10	146.74	0.578	612.10	992.11	1366.86
SLB30_30	1571.07	76.66	0.541	118.10	802.60	616.66
SLB30_31	6161.67	97.20	0.511	121.00	409.60	817.79
SLB30_32	7391.67	116.17	0.510	391.60	712.11	991.61
SLB30_33	8601.00	131.79	0.511	600.00	815.49	1161.82
SLB30_34	9611.00	149.61	0.517	626.70	867.91	1317.11
SLB30_35	10588.00	161.19	0.511	696.00	1012.10	1487.16
SLB30_36	11000.17	179.81	0.547	660.90	1216.00	1641.99
SLB30_37	11166.07	186.10	0.611	725.10	1196.11	1767.11
SLB30_38	5479.60	68.67	0.510	286.00	616.17	789.67
SLB30_39	7967.11	116.66	0.512	377.60	716.66	961.00
SLB30_40	9116.00	138.10	0.511	668.10	871.60	1186.77
SLB30_41	20718.14	160.81	0.518	617.00	1016.79	1306.77
SLB30_42	11119.07	181.80	0.511	600.00	1177.60	1411.80
SLB30_43	11818.20	201.81	0.518	718.10	1416.80	1611.16
SLB30_44	11112.67	171.80	0.511	816.70	1076.60	1511.16
SLB30_45	16197.00	201.17	0.616	897.70	1621.10	2111.11