



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando
disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Vilca Zapana, Dorland Clinton (<https://orcid.org/0000-0001-9588-4934>)

ASESOR:

Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (<https://orcid.org/0000-0002-1968-9122>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi familia, mis padres Adrian y Leonarda, por todo su apoyo, sacrificio y buenos consejos durante mi formación personal y profesional.

Agradecimiento

A Dios en primer lugar, por haberme cuidado, guiado y bendecido con salud y bienestar en las diferentes etapas de mi vida.

A todos mis docentes, por las enseñanzas infundidas en mi desarrollo profesional.

A mi esposa Amparo por su comprensión motivación durante el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Cesar Vallejo por darme esta oportunidad, a mi asesor Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta por su apoyo constante en todo este tiempo.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	31
3.2 Variables y operacionalización	32
3.3 Población muestra y muestreo	33
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.5 Procedimiento	36
3.6 Método de análisis de datos	36
3.7 Aspectos éticos	94
IV. RESULTADOS	95
V. DISCUSIÓN	102
VI. CONCLUSIONES.....	107
VII. RECOMENDACIONES.....	108
REFERENCIAS.....	109
ANEXOS	110

Índice de tablas

Tabla 2.1 Factor de zona	26
Tabla 2.2 Perfiles de suelo	27
Tabla 2.3 Factores de suelo	27
Tabla 2.4 Perfiles TP y TL	27
Tabla 2.5 Factor de uso de la edificación.....	28
Tabla 2.6 Desplazamientos admisibles.....	29
Tabla 3.1 Tabla de validez.....	35
Tabla 3.2 Calificación de juicio de expertos	35
Tabla 3.3 Confiabilidad.....	36
Tabla 3.4 Elementos estructurales de la edificación	39
Tabla 3.5 Resistencias del concreto $F'c$	41
Tabla 3.6 Peso de materiales	43
Tabla 3.7 Peso de losa aligerada.....	43
Tabla 3.8 Peso de ladrillos de techo	43
Tabla 3.9 Resumen de cargas actuantes.....	44
Tabla 3.10 Calculo de carga muerta sin disipadores.....	44
Tabla 3.11 Calculo de carga muerta con disipador SLB.....	44
Tabla 3.12 Calculo de carga muerta con disipador ADAS.....	44
Tabla 3.13 Calculo de carga viva sin disipadores	45
Tabla 3.14 Peso total de la edificación sin disipadores	45
Tabla 3.15 Peso total de la edificación con disipador SLB	45
Tabla 3.16 Peso total de la edificación con disipador ADAS	46
Tabla 3.17 Irregularidades en altura	46
Tabla 3.18 Irregularidades en planta	47
Tabla 3.19 Análisis en la dirección estimada c/s disipadores	47
Tabla 3.20 Análisis de cortantes basal c/s disipadores	48
Tabla 3.21 Parámetros sísmicos para elaborar el espectro de diseño	49
Tabla 3.22 Espectro Pseudo - Aceleración	50
Tabla 3.23 Resultado modal espectral sin disipadores	52
Tabla 3.24 Masas participativas sin disipadores	52
Tabla 3.25 Resultado modal espectral con disipador SLB	53
Tabla 3.26 Masas participativas con disipador SLB.....	53
Tabla 3.27 Resultado modal espectral con disipador ADAS	54
Tabla 3.28 Masas participativas con disipador ADAS	54
Tabla 3.29 Verificación de fuerza cortante mínima sin disipadores	55
Tabla 3.30 Verificación de fuerza cortante mínima con disipador SLB.....	55

Tabla 3.31 Verificación de fuerza cortante mínima con disipador ADAS	55
Tabla 3.32 Derivas de entre piso sin disipadores - Dirección X	56
Tabla 3.33 Derivas de entre piso sin disipadores - Dirección Y	57
Tabla 3.34 Derivas de entre piso con disipador SLB - Dirección X	64
Tabla 3.35 Derivas de entre piso con disipador SLB - Dirección Y	64
Tabla 3.36 Derivas de entre piso con disipador ADAS - Dirección X	71
Tabla 3.37 Derivas de entre piso con disipador ADAS - Dirección Y	71
Tabla 3.38 Registros sísmicos de uso en la simulación estructural	73
Tabla 3.39 Deformación del disipador SLB en dirección Este - Oeste	84
Tabla 3.40 Deformación del disipador SLB en dirección Norte - Sur	85
Tabla 3.41 Deformación del disipador ADAS en dirección Este - Oeste	85
Tabla 3.42 Deformación del disipador ADAS en dirección Norte - Sur	85
Tabla 3.43 Porcentaje de reducción de periodos con respecto a cada modo de vibración	92
Tabla 3.44 Porcentaje de reducción de derivas de entre piso - Dirección X	92
Tabla 3.45 Porcentaje de reducción de derivas de entre piso - Dirección Y	93
Tabla 3.46 Porcentaje de energía de disipación - Dirección X	93
Tabla 3.47 Porcentaje de energía de disipación - Dirección Y	94
Tabla 4.1 Periodos principales c/s disipadores	96
Tabla 4.2 Porcentaje de reducción de periodos	97
Tabla 4.3 Porcentaje de disipación E-W - Dirección X	99
Tabla 4.4 Porcentaje de disipación N-S - Dirección Y	100
Tabla 5.1 Análisis de varianza de los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía	104
Tabla 5.2 Análisis de varianza de las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía	105
Tabla 5.3 Análisis de varianza de la respuesta energética de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía	105
Tabla 5.4 Análisis de varianza del desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía	106

Índice de figuras

Figura 1.1 Vivienda vulnerable con un déficit constructivo.....	2
Figura 1.2 Vivienda multifamiliar de estudio.....	3
Figura 2.1 Comparación de dispositivos pasivos de disipación.....	12
Figura 2.2 Disipador ADAS (Aiken 1993).....	13
Figura 2.3 Análisis histerético de un disipador ADAS	14
Figura 2.4 Sistema típico de pandeo restringido	15
Figura 2.5 Arriotramiento de pandeo restringido (BRB) (Clark et al. 1999).....	16
Figura 2.6 Disipador SLB, modelo experimental probado en ISMES	17
Figura 2.7 Curvas histeréticas del disipador SLB con transductores de desplazamiento.	17
Figura 2.8 Propiedades del disipador SLB.....	18
Figura 2.9 Aplicación clásica con diagonales de acero.	18
Figura 2.10 Propiedad plástica para la deformación uniaxial NLINK.....	19
Figura 2.11 Definición de parámetros para la propiedad de plasticidad del disipador SLB	20
Figura 2.12 Definición del disipador SLB + diagonales chevron.....	20
Figura 2.13 Tipos de estructura según comportamiento.	23
Figura 2.14 Modos de vibración.....	24
Figura 2.15 Fuerzas horizontales participativas.	25
Figura 2.16 Zonas sísmicas del Perú	26
Figura 2.17 Derivas (distorsión por piso)	30
Figura 3.1 Plano arquitectónico típica.	38
Figura 3.2 Estructuración y vista en planta en Etabs.	39
Figura 3.3 Modelamiento estructural existente en Etabs.....	40
Figura 3.4 Vistas principales de elevación en Etabs, Direcciones X - Y.	40
Figura 3.5 Asignación de la resistencia real $F'c$, columna central en el Etabs.....	41
Figura 3.6 Asignación de la resistencia real $F'c$, viga principal en el Etabs.....	42
Figura 3.7 Asignación de la resistencia real $F'c$, viga secundaria en el Etabs.....	42
Figura 3.8 Metrado de cargas (muros) de la estructura en Etabs.....	43
Figura 3.9 Espectro de diseño según norma E.030 - Dirección X-X.....	51
Figura 3.10 Espectro de diseño según norma E.030 - Dirección Y-Y	51
Figura 3.11 Derivas máximas sin reforzamiento - Dirección X	56
Figura 3.12 Derivas máximas sin reforzamiento - Dirección Y	57
Figura 3.13 Ubicación de los disipadores SLB y ADAS en planta	58
Figura 3.14 Propiedades del disipador histerético SLB3 25_9	58
Figura 3.15 Asignación del disipador histerético SLB3 25_9 en el Etabs	59
Figura 3.16 Propiedades del disipador histerético SLB3 25_9 en el Etabs.....	60

Figura 3.17 Disipador hysterético SLB3 25_9 + Diagonales Chevron	60
Figura 3.18 Fuerzas axiales en diagonales Chevron, piso 2 - Eje E	60
Figura 3.19 Asignación del diagonal tipo chevron en el Etabs	62
Figura 3.20 Ubicación de los disipadores SLB en altura, Direcciones X-Y	63
Figura 3.21 Vista en 3D de la estructura con disipadores SLB + Diagonales chevron	63
Figura 3.22 Derivas máximas con reforzamiento SLB - Dirección X	64
Figura 3.23 Derivas máximas con reforzamiento SLB - Dirección Y	65
Figura 3.24 Propiedades del disipador hysterético ADAS	65
Figura 3.25 Asignación del disipador hysterético ADAS en el Etabs	67
Figura 3.26 Propiedades del disipador hysterético ADAS en el Etabs	67
Figura 3.27 Disipador hysterético ADAS + Diagonales BRB	67
Figura 3.28 Asignación del diagonal tipo BRB en el Etabs	69
Figura 3.29 Asignación de placa de acero típico BRB en el Etabs	69
Figura 3.30 Ubicación de los disipadores ADAS en altura, Direcciones X-Y	70
Figura 3.31 Vista en 3D de la estructura con disipadores ADAS + Diagonales BRB	70
Figura 3.32 Derivas máximas con reforzamiento ADAS - Dirección X	71
Figura 3.33 Derivas máximas con reforzamiento ADAS - Dirección Y	72
Figura 3.34 Datos asignados mediante SEISMOSIGNAL, Arequipa 2005	73
Figura 3.35 Acelerograma original E-W - Arequipa 2005	73
Figura 3.36 Acelerograma original N-S - Arequipa 2005	74
Figura 3.37 Datos asignados mediante SEISMOSIGNAL, Tacna 2015	74
Figura 3.38 Acelerograma original E-W - Tacna 2015	75
Figura 3.39 Acelerograma original N-S - Tacna 2015	75
Figura 3.40 Datos asignados mediante SEISMOSIGNAL, Lima 1966	76
Figura 3.41 Acelerograma original E-W - Lima 1966	76
Figura 3.42 Acelerograma original N-S - Lima 1966	76
Figura 3.43 Espectro de respuesta escalado según norma E.030	77
Figura 3.44 Escalamiento de registros sísmicos	77
Figura 3.45 Relación de registros sísmicos originales	78
Figura 3.46 Curva hysterética con SLB, Arequipa 2005 dirección E - W	78
Figura 3.47 Curva hysterética con SLB, Arequipa 2005 dirección N- S	79
Figura 3.48 Curva hysterética con SLB, Tacna 2015 dirección E - W	79
Figura 3.49 Curva hysterética con SLB, Tacna 2015 dirección N - S	80
Figura 3.50 Curva hysterética con SLB, Lima 1966 dirección E - W	80
Figura 3.51 Curva hysterética con SLB, Lima 1966 dirección N - S	81
Figura 3.52 Curva hysterética con ADAS, Arequipa 2005 dirección E - W	81
Figura 3.53 Curva hysterética con ADAS, Arequipa 2005 dirección N - S	82

Figura 3.54 Curva histerética con ADAS, Tacna 2015 dirección E- W.....	82
Figura 3.55 Curva histerética con ADAS, Tacna 2015 dirección N - S	83
Figura 3.56 Curva histerética con ADAS, Lima 1966 dirección E - W.....	83
Figura 3.57 Curva histerética con ADAS, Lima 1966 dirección N - S	84
Figura 3.58 Absorción energética con SLB, Arequipa 2005 dirección E - W	86
Figura 3.59 Absorción energética con SLB, Arequipa 2005 dirección N - S.....	86
Figura 3.60 Absorción energética con SLB, Tacna 2015 dirección E - W.....	87
Figura 3.61 Absorción energética con SLB, Tacna 2015 dirección N - S	87
Figura 3.62 Absorción energética con SLB, Lima 1966 dirección E - W.....	88
Figura 3.63 Absorción energética con SLB, Lima 1966 dirección N - S	88
Figura 3.64 Absorción energética con ADAS, Arequipa 2005 dirección E - W	89
Figura 3.65 Absorción energética con ADAS, Arequipa 2005 dirección N - S.....	89
Figura 3.66 Absorción energética con ADAS, Tacna 2015 dirección E - W.....	90
Figura 3.67 Absorción energética con ADAS, Tacna 2015 dirección N - S	90
Figura 3.68 Absorción energética con ADAS, Lima 1966 dirección E - W.....	91
Figura 3.69 Absorción energética con ADAS, Lima 1966 dirección N - S	91
Figura 4.1 Ubicación de la provincia de San Román en la región de Puno y en el Perú.....	95
Figura 4.2 Porcentaje de reducción de periodos principales con SLB en direcciones X - Y	97
Figura 4.3 Porcentaje de reducción de periodos principales con ADAS en direcciones X - Y	97
Figura 4.4 Comparación de derivas de entre piso c/s reforzamiento de disipadores - Dirección X.....	98
Figura 4.5 Comparación de derivas de entre piso c/s reforzamiento de disipadores - Dirección Y	98
Figura 4.6 Porcentajes de disipación de energía c/s reforzamiento SLB promedio E - W.....	99
Figura 4.7 Porcentajes de disipación de energía c/s reforzamiento ADAS promedio E - W.....	99
Figura 4.8 Porcentajes de disipación de energía c/s reforzamiento SLB promedio - N - S	100
Figura 4.9 Porcentajes de disipación de energía c/s reforzamiento ADAS promedio - N - S	100
Figura 4.10 Porcentajes máximos de reducción de periodos de la estructura con disipadores	101
Figura 4.11 Porcentajes máximos de reducción de derivas de la estructura con disipadores	101
Figura 4.12 Porcentajes máximos de absorción de energía sísmica de la estructura con disipadores	101

Resumen

El presente trabajo de investigación titula: Desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022, tiene como objetivo determinar el desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022, como metodología se aplicó el enfoque cuantitativo de tipo aplicada, del nivel explicativo y diseño no experimental. Los resultados alcanzados conforme a los periodos de vibración se determinaron a través de un Análisis Estructural y las derivas de entrepiso mediante el Análisis Modal Espectral, por otro lado, las respuestas energéticas por medio del Análisis Dinámico No Lineal Tiempo - Historia y verificar el comportamiento histerético de la propia estructura y los disipadores, empleando el uso de registros sísmicos corregidos y escalados según la Norma Técnica Peruana E.030 (2018). Los mencionados análisis se estimaron para la estructura existente sin reforzamiento y seguido con el reforzamiento de los disipadores histeréticos de tipos Shear Link Bozzo (SLB) soportados por diagonales tipo Chevron y Additional Damping and Rigidity (ADAS) soportados por diagonales tipo BRB.

La estructura muestra irregularidad en planta por esquina entrante e irregularidad geométrica vertical en altura. Con la implementación de los disipadores histeréticos cambió adecuadamente la respuesta sísmica global del edificio con una disminución en más del 50% con respecto a los periodos de vibración, la distorsión de entre pisos (derivas), la respuesta energética.

Las normas que se usaron para la elaboración de esta tesis fueron: Para el Análisis Modal Espectral y el Análisis Dinámico No Lineal Tiempo - Historia, la Norma Técnica Peruana E.020, E.030, E.050 y el ACI 318.

Palabras claves: Derivas, Periodos, Energética, Desempeño, Disipadores, Estructura.

Abstract

The present research work entitled: Seismic performance of multifamily buildings inserting energy dissipators, Díaz Cuenta Juliaca building, Puno 2022, aims to determine the seismic performance of multifamily buildings inserting energy dissipators, Díaz Cuenta Juliaca building, Puno 2022, as a methodology the quantitative approach of the applied type, of the explanatory level and non-experimental design was applied. The results achieved according to the vibration periods were determined through a Structural Analysis and the interstory drifts through the Modal Spectral Analysis, on the other hand, the energetic responses through the Nonlinear Dynamic Analysis Time - History and verify the hysteretic behavior of the structure itself and the dissipators, using the use of corrected and scaled seismic records according to the Peruvian Technical Standard E.030 (2018). The aforementioned analyzes were estimated for the existing structure without reinforcement and followed by the reinforcement of the Shear Link Bozzo (SLB) type hysteretic dissipators supported by Chevron type diagonals and Additional Damping and Rigidity (ADAS) supported by BRB type diagonals.

The structure shows irregularity in plan due to the incoming corner and vertical geometric irregularity in height. With the implementation of the hysteretic dissipators, the global seismic response of the building adequately changed with a decrease of more than 50% with respect to the vibration periods, the distortion between floors (drifts), the energy response.

The standards used for the preparation of this thesis were: For the Modal Spectral Analysis and the Nonlinear Dynamic Analysis Time - History, the Peruvian Technical Standard E.020, E.030, E.050 and ACI 318.

Keywords: Drifts, Periods, Energetics, Performance, Dissipators, Structure.

I. INTRODUCCIÓN.

A nivel internacional, de acuerdo con Geociencias SURA la vulnerabilidad sísmica se describe en la manera que actúan las edificaciones, ante la posible ocurrencia de sismos, está basado básicamente de acuerdo con las propiedades físicas de cada estructura. (1) p.4

Según la revisión de la normativa sísmica en América Latina a diferencia de la gravedad, que los edificios suelen soportar (como su propio peso y posibles cargas), que son verticales y estáticas (es decir, no cambian o cambian muy poco con el tiempo), la acción de la fuerza de los sismos es principalmente horizontal y dinámica, que son de naturaleza oscilatoria (es decir, cambian rápidamente y cambian de dirección con el tiempo a medida que la estructura oscila de lado a lado), y es base fundamental de análisis. (2) p.72

A nivel nacional, en consideraciones de aproximadamente el 70% de las viviendas construidas en el país son informales, lo que significa que fueron construidas por el propietario con la ayuda o mediante un "maestro constructor". Sin embargo, todavía fuese el caso, porque a menudo son oficiales o auxiliares, solo superados por los maestros de obras a cargo de las construcciones. (3) p.10

A nivel regional, en la ciudad de Juliaca, se está presentando la informalidad en las construcciones de edificaciones para el uso de viviendas multifamiliares que es un tema latente, cabe indicar que el incremento poblacional aumento significativamente, esto conlleva a que el sector construcción sea más informal sin tomar las consideraciones técnicas de un profesional especializado en el área, siendo así una ciudad altamente vulnerable ante un eventual sismo, según la norma nacional del RNE (E.020, E.030, E.050, E.060), referidas a estructuras que precisa los parámetros y criterios mínimos en la ejecución de edificaciones de concreto armado y su cumplimiento por lo tanto este problema se viene presentando desde hace años, aproximadamente 15 años, donde se distingue el incremento de viviendas sin un adecuado sistema estructural. Asimismo, se presenta por la falta de inspección y monitoreo de las obras por parte de las autoridades pertinentes en el sector de construcción en esta parte de nuestro país además, el mapa sísmico categoriza a la región como una zona 3 y en efecto perjudica a la población de

Juliaca tomando en cuenta las consideraciones sísmicas en las que se encuentra siendo este el principal causante ante una eventual catástrofe después de un sismo intermedio, poco frecuentes, las estructuras pueden sufrir daños que deben ser reparables. Esto se puede solucionar con la importancia de construir mejor, con los sistemas estructurales de disipación en estudio que son de tipos SLB “Shear Link Bozzo”, ADAS “Added Damping and Stiffness”, que estas ayudan a las estructuras a comportarse mejor durante movimientos sísmicos, poniendo énfasis en el manejo de la normativa nacional e internacional que detallan las características en el uso y requisitos mínimos de diseño y construcción de edificios de concreto armado con cualquier tipo de sistema de disipación sísmico como principal factor, la caracterización del sistema estructural en estudio detalla lo siguiente: el sistema estructural aporticado es una construcción vulnerable (frágil), donde los elementos principales son las columnas y vigas conectados entre sí mediante nudos rígidos, el sistema en general presenta una baja rigidez a cargas laterales sísmicas al tener los muros separados de los pórticos. Por lo tanto, los sistemas en propuesta de reforzamiento puedan ser aplicados en las nuevas construcciones, ampliaciones o modificaciones de viviendas en la ciudad de Juliaca.



Figura 1.1 Vivienda vulnerable con un déficit constructivo.

Fuente: Elaboración propia

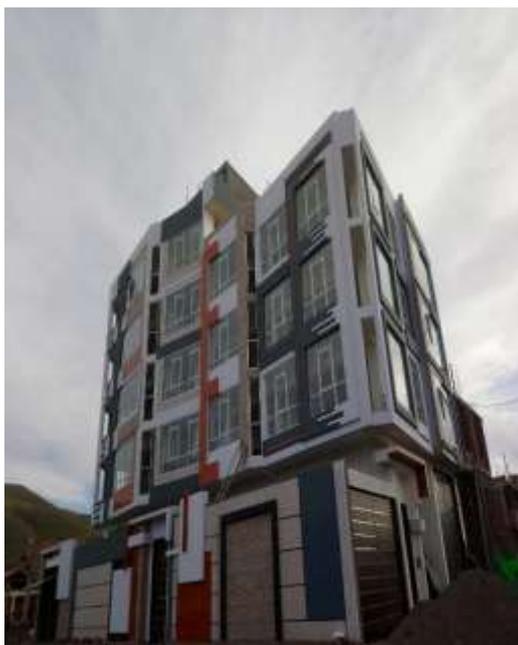


Figura 1.2 Vivienda multifamiliar de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en las figuras, la importancia de las construcciones de edificaciones multifamiliares con un criterio en el sistema estructural y mejorar el desempeño sísmico insertando disipadores de energía para proteger y buscar su operatividad continua, son base de análisis en esta investigación, en tal sentido se adecuará estas características y cumplir con un correcto principio estructural. Es por eso se considera como realidad problemática el hecho que las viviendas multifamiliares son importantes y es el tipo de estructura que más se construye en la zona de estudio.

Evaluando la realidad problemática es necesario formular el problema, y plantearse como problema general: ¿Cuál será el desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022?, como problemas específicos: la primera ¿Cuál será los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022?, la segunda ¿Cuánto será las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022?, la tercera ¿Cómo será la respuesta energética de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022?

Continuando el seguimiento del nuevo esquema de proyecto de investigación se señala la justificación del problema: a partir de un punto de vista teórico la investigación está respaldada por normas de construcción nacional e internacional, artículos de investigación, textos y teorías científicas; desde un punto de vista práctico, las técnicas de recolección y cuantificación de datos se combinarán con notas recopiladas del área de investigación; finalmente, de manera que en lo metodológico, el análisis y los cálculos se realizan mediante procesamientos con herramientas de computo, y manuales para alcanzar los datos y resultados ansiados.

La investigación muestra el objetivo general: determinar el desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022, como objetivos específicos: la primera, calcular los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022, la segunda, estimar las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022, la tercera, analizar la respuesta energética de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022.

Planteando los problemas y fijando los objetivos se procede a formular las hipótesis, sosteniendo como hipótesis general: el desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es bueno edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022, las hipótesis específicas, la primera, los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es mínimo edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022, la segunda, las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es apropiado edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022, la tercera, la respuesta energética de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es consecuente edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales según Cervantes y Albrizzio (4), en la tesis de grado titulado: “Desempeño sísmico de un hospital de concreto armado con disipadores “ SLB” shear link bozzo en la zona sísmica 4” fijo como objetivos: analizar el comportamiento sísmico del hospital C°A con disipadores de energía y estimar las derivas para el caso de un sismo máximo, a su vez las aceleraciones de entrepiso y la eficiencia del disipador como protección contra un evento sísmico, aplicando una metodología: de alcance descriptivo - explicativo, debido a que estimo la eficacia del disipador integrado en la estructura del hospital y su desempeño ante una máxima resistencia sísmica, mediante los métodos tiempo historia no lineal y el método modal espectral, y obtuvieron los resultados: se encontró las máximas derivas c/s disipadores, se puede apreciar que se minimiza con el uso de disipadores y muros desacoplados, puesto que imparten rigidez y ductilidad sobre la estructura, lo que refleja la reducción porcentual correspondiente al 83.56% X y 80.88% Y, finalmente, fija como conclusiones: cumpliendo con la meta deseada de operación inmediata sobre la estructura mencionada, usando las distintas normas internacionales empleadas, lo que se evidencia en la reducción de la deriva del entrepiso debido a la contribución de los disipadores con la rigidez.

Luego se tiene el autor Quiroz (5), en la tesis de grado titulado: “Evaluación del desempeño sísmico con disipadores a fricción en dos edificios bajos en el centro poblado el milagro, Trujillo 2020” fijo como objetivos: determinar el desempeño sísmico con disipadores de energía a fricción en 2 edificios y empleo los métodos de análisis dinámico tiempo historia no lineal y tiempo historia lineal tras un sismo severo, y comprobar las máximas derivas de los edificios no excedan el margen admisible, a su vez comparar los resultados obtenidos de ambos edificios c/s disipadores, aplicando una metodología: descriptiva porque se describe de manera natural los diversos problemas que se presentan en la estructura al momento de eventos como sismos para un análisis completo, suficiente para atender los problemas y que se presentan en las estructuras sismorresistentes y obtuvo los resultados: las distorsiones estáticas descartando los disipadores a fricción, alcanzando en la primera estructura X 0.03380m, Y 0.06224m, la segunda estructura X 0.01687m, Y 0.0074m, alcanzando casi el límite, lo que indica que la

segunda estructura en el eje Y es más fuerte. Asimismo, las distorsiones dinámicas descartando los disipadores a fricción sobre la primera estructura X 0.03401m, Y 0.05174m, la segunda estructura X 0.01555m, Y 0.00631m atravesando el límite de distorsión Y, X la más vulnerable. Para las derivas tiempo historia no lineal insertando disipadores en la primera estructura X 0.0047m, Y 0.0065m, la segunda X 0.0060m, Y 0.0038m, resumiendo que la dirección Y es más rígido que X, ambas estructuras satisfacen con los límites admisibles del reglamento y son resistentes a sismos severos. Finalmente, fija como conclusiones: que el disipador de fricción se puede utilizar en estructuras bajas, lo que significa menor costo en estructuras que son muy irregulares o propensas a sismos severos que pueden soportar sismos severos de gran intensidad.

Seguidamente se tiene al autor Quispe y Garcia (6), en la tesis de grado titulado “Reforzamiento sísmico mediante el uso de disipadores histeréticos tipo shear link bozzo en un edificio de 14 niveles en la ciudad de Lima” fijo como objetivos: mejorar la respuesta sísmica del edificio de 14 niveles utilizando disipadores históricos de energía (SLB). Además, determinar en cuanto difieren las derivas de entre piso, el porcentaje de reducción del periodo de vibración, el porcentaje de energía que toman los disipadores para cada evento sísmico en la estructura, aplicando una metodología: de estudio descriptivo, el proceso de elección en los disipadores y su función junto a la estructura, durante la investigación se evaluó el efecto de la disipación mediante el método análisis modal espectral y tiempo historia, y obtuvo los resultados: comparo las distorsiones de la estructura sísmico reforzado con disipador SLB y la otra estructura sin reforzado y se observó que la distorsión del edificio con reforzamiento es mínima a lo permitido por la normativa, el descenso alcanzó un máximo del 52,10%, la deriva de entre piso de la estructura cambió luego del refuerzo sísmico con disipadores, resultando en una reducción de hasta 59.70% en la dirección X, finalmente, fija como conclusiones: la disminución de la deriva en X es de 0,0134 sin disipador y 0,0066 con disipador sobre el séptimo nivel, lo que supone una disminución del 50,66 %, mientras en Y es de 0,00131 sin disipador y 0.0064 con disipador en el séptimo nivel, es decir 48,30% de reducción. Ambas reducciones de derivas los entrepisos cumplieron con la norma E.030.

A su vez se tiene al autor Manrique (7), en la tesis de grado titulado: “Comparación de la respuesta estructural entre una edificación de 8 pisos con disipadores SLB y la edificación convencional” fijo como objetivos: analizar una estructura con características estructurales más efectivas que la estructura convencional durante movimientos sísmicos. Asimismo, el diseño estructural y análisis sísmico de la estructura mediante el disipador y realizar las comparaciones de derivas, periodos de una estructura, desplazamiento c/s disipadores, aplicando una metodología: de un seguimiento de la revisión del disipador y analizar la edificación convencional sin disipador y la otra con disipador, y obtuvo los resultados: la deriva de la estructura se redujo con disipadores SLB en un 24% X y 18% Y en comparación con el edificio con muros de C°A, lo que es un indicador de la rigidez de los muros desacoplados y disipadores SLB. La deriva de la estructura con disipadores en un 35 % X y en 28% Y en comparación con el edificio base, finalmente, fija como conclusiones: las dos direcciones de las derivas de entrepiso cumplen la normativa E.030.

Finalmente, Enciso (8), en la tesis de grado titulado: “Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo” fijo como objetivos: determinó cómo varía el diseño sísmico del edificio de 11 pisos con muros desacoplados y continuos, calculando la diferencia en derivas y desplazamientos, estimando las cortantes basales e irregularidades torsionales, incluyendo los disipadores, aplicando una metodología: de investigación descriptiva, que busco caracterizar la respuesta sísmica y los criterios de diseño de muros continuos y desacoplados y mostrar las diferencias entre ellos, y obtuvo los resultados: las distorsiones máximas en los sentidos XX e YY para estructuras de muros continuos es 0.00487 y 0.00610, y la estructura con muros desacoplados 0.00680 y 0.00810, respectivamente. Especificando los porcentajes de la diferencia en 28,39%. y 24,69%, correspondiente, finalmente fija como conclusiones: las estructuras con muros continuos tienen menos desplazamientos y derivas que las estructuras con muros desacoplado. Con una diferencia porcentual de 28,39% y 24,69%, asimismo el desplazamiento con la diferencia porcentual es de 26,52% y 23,02% en el sentido

X e Y, correspondiente. La ventaja de los muros desacoplados con disipación SLB es su buen desempeño de campo no lineal frente a un severo sismo.

Como antecedentes internacionales, según Sánchez (9), en su tesis de grado titulado: “Análisis y evaluación de la aplicación de disipadores histeréticos de fluencia para el mejoramiento del desempeño sísmico de estructuras de hormigón armado en la ciudad de Guayaquil”, fijo como objetivos: evaluar la mejora del desempeño sísmico sobre una estructura de C°A mediante la incorporación de un análisis de disipación de energía por histéresis y relacionar los resultados de la estructura de un modelo c/s disipadores para determinar la mejora en el desempeño sísmico que producen los sismos, empleando una metodología: de estudio que tiene un tipo descriptivo y enfoque cuantitativo, la metodología utilizada radica en implementar un modelo en un programa, como SAP 2000, que integrará la geometría, los materiales y las estimaciones de carga en una estructura tipo C°A, y produjo los siguientes resultados: para la comparación de las derivas del pórtico de 4 niveles c/s disipadores, se observó una reducción significativa en las derivas en los tres sismos con una reducción de hasta incluso un 70%. Asimismo, los resultados para la comparación de las derivas del pórtico de 8 niveles c/s disipadores, los dos primeros sismos (Centenario y SG1) redujeron significativamente las derivas con una disminución de hasta un 77%. Seguidamente para la comparación de las derivas del pórtico de 12 niveles c/s disipadores se observó una disminución significativa en la deriva de los dos primeros sismos (Centenario y SG1), finalmente, fijo como conclusiones: los disipadores ADAS permiten que su diseño sea altamente flexible, gracias a su disposición en la calibración de sus parámetros, incluida su dureza, resistencia y desplazamiento a la fluencia, lo que les permite ser altamente versátiles a la mayoría de los tipos de estructura. Los mejores resultados se obtienen en el pórtico de 4 niveles, lo que significa que el diseño empleado para estos casos es muy favorable, lo que reduce significativamente los niveles de los índices de daño como es la deriva.

Luego se tiene el autor Cano (10), con la tesis de postgrado titulado: “Evaluación del coeficiente de disipación de energía R, en edificaciones de concreto reforzado con disipadores histeréticos metálicos triangulares tipo TADAS, ubicados en zona de amenaza sísmica alta” fijo como objetivos: evaluó el factor de disipación de

energía en estructuras de C°A usando dispositivos metálicos histeréticos tipo TADAS situados en zonas de sismicidad alta y peligrosa, para cuatro edificios de distintas alturas y la estimación del factor de disipación R por medio del análisis estático no lineal de edificios con disipadores. Y Ajustar la diferencia entre la R obtenida para edificios con disipadores y R estimado para edificios diseñados sin este dispositivo, realizando una metodología: de recopilación de requisitos de diseño en estructuras sísmicas empleando sistemas de disipación, a su vez estima un método para el análisis de edificios sísmicos y resalta los criterios de adecuación para los sistemas sísmicos “estructura principal” y para sistemas de disipación, y consiguió los resultados: los edificios convencionales de pórticos de C°A no es que un diseño con disipadores requiera secciones mayores, el sistema de disipación también aumenta la capacidad del edificio y su rigidez, lo que facilita el control de la deriva. El sistema de disipación TADAS es una opción viable para la rehabilitación de estructuras de C°A, finalmente, fija como conclusiones: las simulaciones utilizadas en los disipadores mostraron dificultades de convergencia, especialmente en edificios de gran altura, aunque los análisis empleados fueron idóneos para calcular el punto de equilibrio, las curvas alcanzadas no muestran la disipación total de energía para estas estructuras.

Seguidamente se tiene Pinzon y Martínez (11), en su tesis de grado titulado “Estado del arte y modelo didáctico descriptivo de amortiguadores y aisladores sísmicos” fijo como objetivos: estimar la definición de amortiguadores y disipadores de última generación para los métodos disponibles y desarrollo de un modelo descriptivo que simule el comportamiento del aislador y definir el concepto, propiedades y funcionalidad de los disipadores, a su vez investigar la posición en temas a nivel mundial de interés del proyecto y desarrollar un modelo en el que se puede observar la función del disipador sísmico en la estructura, usando una metodología: de recopilar información en libros sobre temas relacionados con el diseño de estructuras con aisladores, normas aplicadas, artículos y trabajos de grado y maestría para ver qué se desarrolló, sobre amortiguadores y disipadores sísmicos nacionales e internacionales y obtuvo los resultados: haciendo el seguimiento de los trabajos relacionados e analizados al tema, se relacionaron en categorías según el enfoque de análisis se usaron los aisladores en un 33% y disipadores en el 67%,

finalmente, fija como conclusiones: el uso de cualquier tipo de aislamiento o disipador de energía se interpreta como una mejora en el desempeño de la estructura sobre una acción sísmica.

A su vez Cisneros (12), en su proyecto tesis de postgrado titulado: “Análisis y rediseño sísmico de una edificación con disipadores de energía ADAS en la ciudad Ayacucho - Perú” fijo como objetivos: determinar el comportamiento de la estructura con la inserción del disipador, frente al espectro sísmico local y aumentar el amortiguamiento de la estructura, utilizando el programa ETABS para su modelado, y comparar las respuestas obtenidas entre el sistema de refuerzo tradicional y el sistema de reforzamiento con disipadores de energía, aplicando una metodología: se basó en cuatro capítulos, que describen la teoría de manera concisa, seria y científicamente rigurosa. Encontrando información acerca de disipadores con el sistema de tipo ADAS y alcanzo los resultados: con la inserción de los disipadores de tipo ADAS sobre el análisis sísmico del edificio se ha minimizado los desplazamientos en X 37.52% y además del 48.77% en Y, fija como conclusiones: la inserción de los disipadores en ambos sentidos en la estructura ha reducido significativamente el nivel máximo de deriva. en relación a las derivas sin disipadores de energía.

Finalmente, Vidal (13), en su proyecto de postgrado titulado: “Análisis y diseño de estructuras con disipadores de energía metálicos en base a criterios de desempeño” fijo como objetivos: diseñar y analizar estructuras con dispositivos de disipación de energía metálicos basados en criterios de protección de desempeño adecuado sobre el sistema estructural, recomendando y evaluando así nuevas alternativas de distribución de dispositivos de energía en altura para asegurar un diseño óptimo y además realizando el procedimiento y diseño en formato MathCad, simulando el comportamiento del disipador histórico a partir de experimentos efectuados, empleando una metodología: de definir, analizar y desarrollar la metodología de diseño, asimismo crear el programa informático y comparar resultados con SAP2000, y sacó los resultados: se puede demostrar que la respuesta de la estructura plana es controlable como un porcentaje de los pisos principales de la estructura que va del 25% al 35% para todos los pisos del edificio, finalmente, fija como conclusiones: el uso de curvas de iso-desempeño (IDC) en el

diseño del sistema SRV resultó favorable acerca de reducir la respuesta de la estructura. Además, debido a que se basa en un análisis de equivalencia lineal basado en estimaciones lineales o constante del comportamiento del SRV, este análisis es una herramienta conveniente y rápida al proporcionar mapas sobre la estructura y diseño para cumplir con los requisitos de rendimiento

Referido a las teorías relacionadas al tema se revisaron criterios en cuanto a las variables y sus correspondientes dimensiones.

Acerca de la primera variable disipadores de energía: Los controles con disipadores pasivos hysteréticos metálicos se utilizan en varios edificios de distintas alturas y materiales. Esta tecnología utiliza propiedades complementarias más simples, ubicadas estratégicamente en la estructura, toman parte de la respuesta del edificio, controlando su daño y centrándose en él. En general estos dispositivos ofrecen determinadas ventajas prácticas:

- Requiere procedimientos más simples para verificar y mantener el estado del dispositivo y sustitución durante la vida útil de la estructura.
- Usa menos complementos que interfieran con la respuesta del edificio durante una excitación externa.
- Simplicidad en el proceso de diseño y análisis estructural en la práctica profesional.

Además, para el análisis sísmico se propone el procedimiento tiempo - historia no lineal para comprender el comportamiento de las estructuras en el estado inelástico. Se deben determinar las pruebas de laboratorio para las que se utilizarán los dispositivos y comprender sus características de comportamiento para su estudio en el desempeño del edificio. (14) pp.54-55

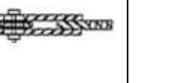
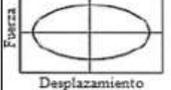
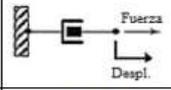
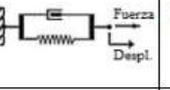
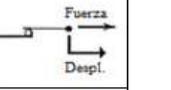
	Dependientes de la velocidad		Dependientes del desplazamiento	
	Fluido viscoso	Sólido Viscoelásticos	Fluencia de metales	Fricción
Esquema Básico				
Comportamiento o histérico idealizado				
Modelo físico idealizado			Modelo idealizado no disponible.	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> -Se activa con desplazamientos pequeños. -Fuerza restauradora mínima. -Para un amortiguamiento lineal, se simplifica el modelo del amortiguador. - No depende de la temperatura del ambiente ni de las frecuencias altas aplicadas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Se activa con desplazamientos pequeños. -Suministra una fuerza restauradora. - Comportamiento lineal, por lo tanto se puede simplificar su modelación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comportamiento histérico estable. - No depende de la temperatura del ambiente. - Materiales y comportamiento son conocidos para los ingenieros. - Comportamiento confiable durante largo plazo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta disipación de energía por ciclo. - No depende de la temperatura del ambiente.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> -Posible fuga del fluido (relacionado con la confiabilidad). 	<ul style="list-style-type: none"> -Capacidad de deformación limitada. -Sus propiedades dependen de la temperatura del ambiente y de las frecuencias aplicadas. -Posible desprendimiento y flujo del material viscoelástico (relacionado con la confiabilidad). 	<ul style="list-style-type: none"> -Dispositivo dañado después del sismo; podría requerir reemplazo. -Comportamiento no lineal; podría requerir de un análisis no lineal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las condiciones de la interfaz de deslizamiento podrían cambiar con el tiempo (relacionado con la confiabilidad). -Comportamiento No lineal muy marcado; podría requerir de un análisis no lineal – modal. -Hay desplazamientos permanentes si no actúa una fuerza restauradora.

Figura 2.1 Comparación de dispositivos pasivos de disipación.

Fuente: Symans 2008

Esta variable, a su vez, se conforma según sus dimensiones que son tipos, de acuerdo a la primera dimensión disipador ADAS: El disipador aprovecha las propiedades de deformación inelástica del material. Se usan básicamente disipadores de metal, ya que este material, por su alta homogeneidad, permite determinar fácilmente las propiedades mecánicas del dispositivo. En general, su comportamiento se simula en base a curvas de (fuerza-desplazamiento) y se evalúa la energía que disipan debido a los ciclos de histéresis del dispositivo. Algunos tipos

comunes de amortiguadores metálicos incluyen: arriostras metálicas, placas, y más. El disipador de tipo ADAS (abreviatura de Additional Damping and Rigidity) está diseñado para disipar la potencia de producción cuando se doblan las placas de acero que lo componen, como puede verse, son placas en forma de I, sujetas a flexión fuera de su plano. (15) pp.118-119

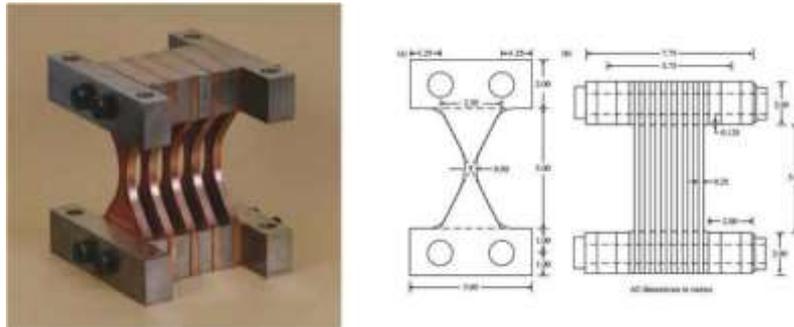


Figura 2.2 Disipador ADAS (Aiken 1993).

Fuente: Genatios (2016)

Por su parte, se presenta la disipación de energía inducida por fluencia del material y denominada ADAS, la cual puede ser modelada por un comportamiento bilineal. Para este modelo, las ecuaciones que establecen los puntos importantes, se deducen del gráfico de histéresis con respecto al desplazamiento de la fuerza lateral. Está diseñado para controlar estos esfuerzos debidos a un gran sismo.

Se establecen los parámetros del disipador ADAS estimando las ecuaciones derivadas para la sección transversal en forma de "X", estos parámetros son suficientes para evaluar la respuesta histerética del dispositivo a partir del modelo matemático. (16) pp.12-19

$$Kd = \frac{2NEb}{3} \left(\frac{t}{h}\right)^3 \quad (\text{Ec. 2.1})$$

$$Py = \frac{fybt^2N}{3h} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

$$Pp = \frac{fybt^2N}{2h} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

$$\Delta y = \frac{fyh^2}{2Et} \quad (\text{Ec. 2.4})$$

$$\gamma_y = \frac{f_y h}{2Et} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Donde:

Kd= Rigidez elástica.

Py= Fuerza de fluencia.

Pp= Fuerza plástica del elemento.

Δy= Desplazamiento de fluencia.

γy= Rotación global de fluencia.

N= Número de placas utilizadas.

b= Ancho de la placa.

E= Modulo de elasticidad del material del dispositivo.

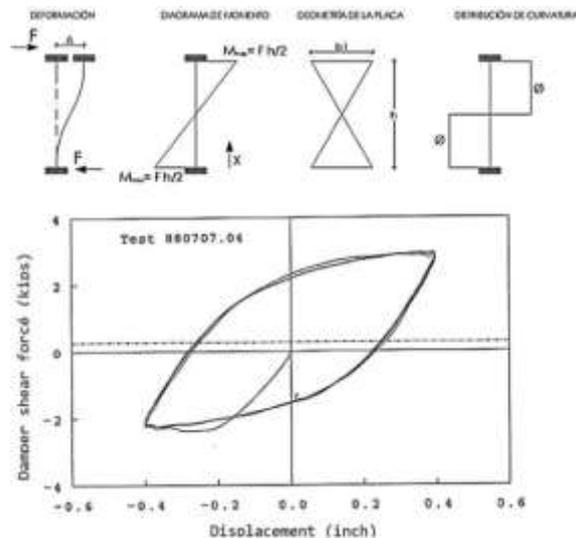


Figura 2.3 Análisis histerético de un disipador ADAS.

Fuente: Aguiar et al. (2016)

Asimismo, la norma americana establece marcos apoyados con restricción de pandeo BRBF (Buckling restrained brace), es aplicable a marcos con arriostramientos especialmente fabricados concéntricamente conectado a vigas y columnas. Se permite una deflexión menor que la profundidad de la viga si el diseño tiene en cuenta las fuerzas resultantes de la conexión y los miembros y no altere la fuente previsto de la amplitud de la deformación inelástica. Se espera que los BRBF

diseñados de acuerdo con estas disposiciones proporcionen una deformación inelástica significativa principalmente debido a la flexión del miembro en tensión y compresión, de acuerdo con este criterio, esta norma establece la resistencia del arriostramiento. (17) p.9.1-65

$$C = \beta\omega R_y P_{y_{sc}} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

$$T = \omega R_y P_{y_{sc}} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

$$P_{y_{sc}} = F_{y_{sc}} A_{sc} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

Donde:

C= Resistencia a compresión.

T= Resistencia a tensión.

$P_{y_{sc}}$ = Límite elástico axial del núcleo de acero.

A_{sc} = Área de la sección transversal del núcleo de acero.

ω = Factor de ajuste de endurecimiento por deformación.

β = Factor de ajuste de la fuerza de compresión.

R_y = Factor de sobre resistencia del material.

A su vez si bien los estudios informados en este documento pueden generalizarse a cualquier tipo de elemento amortiguador de acero flexible, el enfoque se representa en una clase de abrazaderas de acero que disipan energía a través de ciclos estables de rendimiento de tensión - compresión. (18) p.2

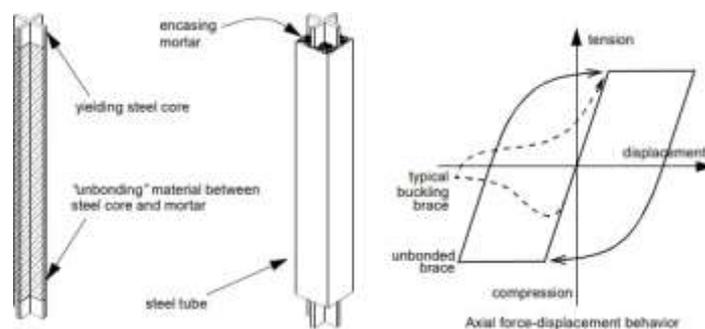


Figura 2.4 Sistema típico de pandeo restringido.

Fuente: Clark et al. (1999)

Se detallan sus componentes:

- Alma de acero: La parte de acero retenida por la capa de mortero, y constituye la importante fuente de deformación inelástica del miembro.
- Mortero de relleno en el tubo de acero: Fija el mecanismo limitador de pandeo en el núcleo, radica en un perfil hueco de acero circular o rectangular relleno de mortero.
- Recubrimiento del núcleo: proporciona un mecanismo de protección que evita la adherencia entre el núcleo y el mortero para evitar la transferencia de fuerzas entre las dos superficies. esta capa generalmente consta de una superficie de teflón (PTFE), una materia lubricante y una capa de neopreno para permitir que el núcleo se expanda lateralmente después de la compresión.
- Secciones de acero no restringido: Estas secciones de acero se ubican en los extremos del elemento cerca de las conexiones con otros elementos estructurales. Estas secciones deben diseñarse para permanecer dentro del rango elástico durante los eventos sísmicos, por lo que suelen tener una sección transversal mayor.

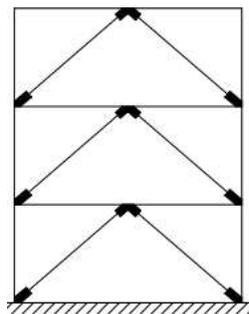


Figura 2.5 Arriotramiento de pandeo restringido (BRB) (Clark et al. 1999).

Fuente: Clark et al. (1999)

Seguidamente se considera la dimensión, disipador SLB: El disipador Shear-Link-Bozzo se basa en un sistema estructural excéntrico por que la forma general es una sección de ala ancha bien reforzada. Sin embargo, la calidad del sistema no depende de la forma estándar o de una soldadura particular. En cambio, el dispositivo tiene una forma plana estándar. Este proceso de fabricación propuesto por Cahís (1998) permite áreas de disipación muy delgadas sin soldadura. Por otro lado, la disipación es uniforme en toda la pieza y es muy estable siempre que el

pandeo en el alma pueda ser evitado y otra importancia del disipador SLB es que funciona en modo dual. Al principio, la energía se disipa esencialmente en el alma por esfuerzos de cortante. Después de que se degrada el alma, los esfuerzos continúan disipando la energía para "el modo flexión". La importancia de esta peculiaridad es que proporcionan un sistema rígido que continúa disipando energía incluso cuando se degrade. Aunque el diseño de conexión incluye solo el primer modo de trabajo, el segundo estima un factor de seguridad agregado.

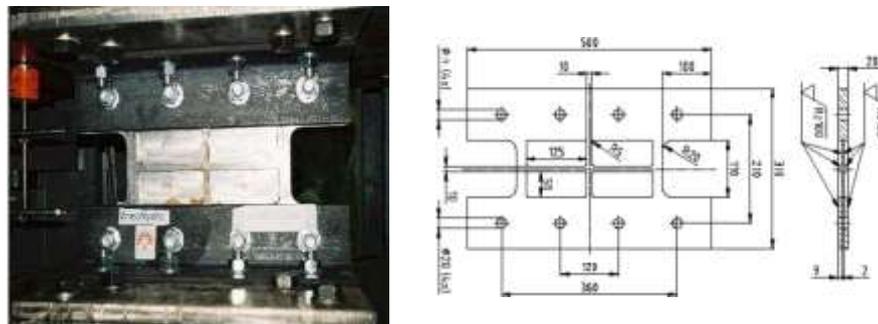


Figura 2.6 Disipador SLB, modelo experimental probado en ISMES.

Fuente: Hurtado et al. (2008)

La curva histerética en la conexión con una tolerancia menor, es decir orificios de 21mm, la primera curva incluye el corrimiento en la conexión de los tornillos, mientras que la segunda curva no incluye corrimiento, esto indica que la primera curva se obtiene usando transductores de corrimiento por encima de los orificios. La segunda curva dentro del orificio, por lo tanto, no hay corrimiento de tornillo. (19) pp.2-6

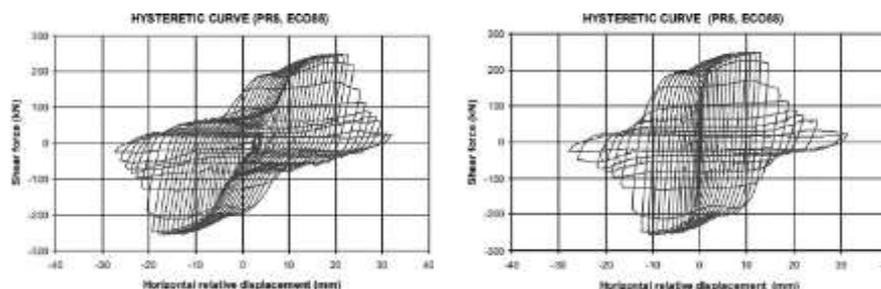


Figura 2.7 Curvas histeréticas del disipador SLB con transductores de desplazamiento.

Fuente: Hurtado et al. (2008)

Por otra parte, para el proceso del modelado y su diseño iterativo se empleará la siguiente tabla de dispositivos donde aparecen las propiedades mecánicas y

geométricas del dispositivo estándar actualmente fabricados con acero ASTM A36 (Fy 2530kg/cm2).

Parámetros de diseño para los disipadores SHEAR LINK BOZZO

Dispositivo	es1 (mm)	es2 (mm)	es3 (mm)	es4 (mm)	K ₁ (KN/cm)	K ₂ (KN/cm)	D _y (mm)	F _y (KN)	F _{max} (KN)	E _d (KN cm)
SLB2 6 2	19	13	-	2	363.33	9.75	0.963	35.60	63.01	67.00
SLB2 6 3	19	13	-	3	297.60	8.75	1.031	40.00	73.21	68.25
SLB2 6 4	19	13	-	4	431.75	11.00	1.065	44.30	88.76	69.31
SLB2 6 5	19	13	-	5	429.60	12.75	1.078	47.40	96.67	69.39
SLB2 8 2	19	15	-	2	552.07	13.00	0.911	49.90	121.78	69.70
SLB2 8 3	19	15	-	3	474.27	11.50	0.958	55.00	107.67	69.77
SLB2 8 4	19	15	-	4	707.00	14.25	0.903	60.30	150.01	69.88
SLB2 8 5	19	15	-	5	704.27	17.43	0.927	72.70	133.29	69.91
SLB2 10 2	19	20	-	2	691.49	15.00	0.761	60.00	120.71	69.99
SLB2 10 3	19	20	-	3	609.11	13.75	0.793	61.30	160.63	69.84
SLB2 10 4	19	20	-	4	1009.93	22.90	0.993	63.00	160.20	69.84
SLB2 10 5	19	20	-	5	1227.60	18.75	0.906	75.20	162.26	69.85
SLB2 15 2	19	20	-	2	671.67	21.01	0.649	69.90	199.61	69.60
SLB2 15 3	19	20	-	3	1061.67	27.30	0.642	120.30	246.45	69.36
SLB2 15 4	19	20	-	4	2298.27	42.00	0.654	161.70	278.57	69.36
SLB2 15 5	19	20	-	5	2278.00	49.00	0.670	172.90	310.11	69.32
SLB2 20 2	19	25	5	2	2072.23	27.93	0.609	124.00	243.14	69.44
SLB2 20 3	19	25	5	3	1430.11	48.27	0.597	160.90	298.20	69.26
SLB2 20 4	19	25	5	4	1806.83	53.00	0.608	169.30	348.83	69.83
SLB2 20 5	19	25	5	5	2620.20	58.63	0.620	218.40	395.71	69.08
SLB3 25 2	25	30	5	2	3214.03	58.90	0.606	194.00	365.80	69.63
SLB3 25 3	25	30	5	3	4046.67	79.65	0.589	238.20	497.86	69.84
SLB3 25 4	25	30	5	4	4782.20	103.64	0.595	279.00	526.43	69.70
SLB3 25 5	25	30	5	5	5447.67	140.95	0.590	319.00	592.29	69.60
SLB3 25 6	25	30	5	6	6864.03	169.65	0.603	357.10	656.63	69.16
SLB3 25 7	25	30	5	7	6844.03	187.61	0.594	394.90	716.97	69.56
SLB3 25 8	25	30	5	8	7181.67	198.97	0.591	430.70	776.48	69.62
SLB3 25 9	25	30	5	9	7719.07	170.73	0.605	466.48	834.80	69.81
SLB3 30 2	25	30	5	2	3666.73	64.22	0.678	212.80	495.20	69.98
SLB3 30 3	25	30	5	3	4717.00	76.76	0.663	265.70	507.23	69.72
SLB3 30 4	25	30	5	4	6061.23	92.31	0.669	316.90	594.62	69.96
SLB3 30 5	25	30	5	5	6825.67	104.59	0.561	364.10	676.62	69.34
SLB3 30 6	25	30	5	6	7238.60	116.45	0.565	416.20	709.77	69.63
SLB3 30 7	25	30	5	7	8006.67	126.92	0.569	481.30	636.79	69.06
SLB3 30 8	25	30	5	8	8643.00	136.58	0.575	506.00	695.90	69.79
SLB3 30 9	25	30	5	9	9642.20	140.74	0.579	565.63	662.11	69.18
SLB3 40 2	25	30	5	2	4571.07	70.44	0.543	248.20	482.60	69.84
SLB3 40 3	25	30	5	3	6042.67	87.22	0.526	321.00	609.64	69.79
SLB3 40 4	25	30	5	4	7383.67	116.79	0.530	391.60	732.20	69.83
SLB3 40 5	25	30	5	5	8653.00	152.79	0.533	466.80	851.48	69.60
SLB3 40 6	25	30	5	6	9843.00	169.62	0.537	519.70	907.91	69.71
SLB3 40 7	25	30	5	7	10980.00	185.10	0.542	595.40	948.30	69.76
SLB3 40 8	25	30	5	8	12091.27	179.81	0.547	660.90	1136.60	69.30
SLB3 40 9	25	30	5	9	13786.07	194.00	0.595	725.80	1286.20	69.91
SLB3 50 2	25	30	5	2	5479.00	89.67	0.520	294.30	551.27	73.67
SLB3 50 3	25	30	5	3	7367.03	98.64	0.510	377.50	713.65	68.90
SLB3 50 4	25	30	5	4	10010.00	126.28	0.515	469.90	871.40	69.77
SLB3 50 5	25	30	5	5	11769.72	169.91	0.538	567.20	1028.70	69.67
SLB3 50 6	25	30	5	6	12320.67	181.90	0.523	644.40	1177.20	69.61
SLB3 50 7	25	30	5	7	13844.28	242.03	0.628	730.20	1338.00	69.36
SLB3 50 8	25	30	5	8	15362.67	270.68	0.532	814.70	1474.90	69.20
SLB3 50 9	25	30	5	9	16727.00	243.27	0.638	897.70	1621.20	69.91

Nota: estos dispositivos pueden generarse por medio de un software

Donde:

- K₁: Rigidez inicial
- K₂: Rigidez post plastificación
- D_y: Desplazamiento de plastificación
- F_y: Fuerza de plastificación
- F_{max}: Fkudo: Fuerza máxima
- E_d: Energía disipada

Figura 2.8 Propiedades del disipador SLB.

Fuente: Bozzo et al. (2019)

Asimismo, se muestra una de las formas de ubicación del disipador SLB.

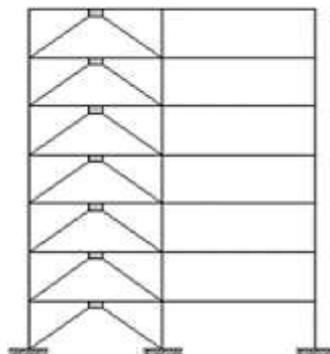


Figura 2.9 Aplicación clásica con diagonales de acero.

Fuente: Bozzo et al. (2019)

Al caracterizar numéricamente el comportamiento del disipador SLB, de tipo de elemento NLINK es usado en el análisis lineal modal espectral y tiempo historia no lineal de carácter primario y habitual con estos dispositivos, los diferentes tipos de NLINK ofrecidos por el programa ETABS, que permite la incorporación de las propiedades del disipador SLB. El modelo de plasticidad utilizado se basa en un comportamiento histerético como se muestra. (20) p.82

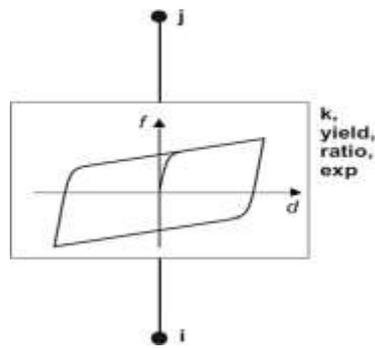


Figura 2.10 Propiedad plástica para la deformación uniaxial NLINK.

Fuente: Bozzo et al. (2019)

La fuerza no lineal versus el desplazamiento, esta relación viene dada por la siguiente expresión:

$$f = \alpha kd + (1 - \alpha)fy \cdot z \tag{Ec. 2.9}$$

Donde:

K= Constante elástica.

fy= Fuerza de fluencia.

α = Relación entre la rigidez post-fluencia y la elasticidad (K_2/K_1).

k= Rigidez.

z= Variable histerética interna.

Esta variable tiene un rango entre $|z| \leq 1$, $|z| = 1$. El valor inicial de z es cero, y evoluciona de acuerdo con la ecuación y $\alpha = 0.5$:

$$z = \frac{k}{fy} \begin{cases} d(1 - |z|^{exp}) & ; \text{ si } dz > 0 \\ d & \text{ en otro caso} \end{cases} \tag{Ec. 2.10}$$

Donde exp. es un exponente mayor o igual que unidad. Para el caso particular del disipador SLB, es recomendable utilizar un valor de exp. igual a 2.

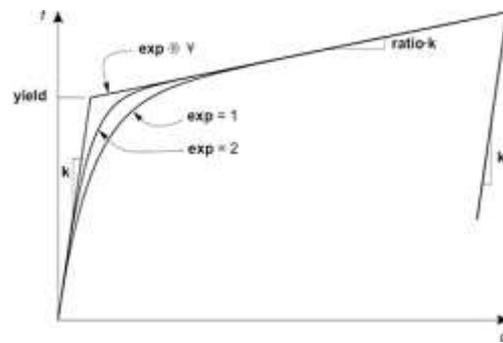


Figura 2.11 Definición de parámetros para la propiedad de plasticidad del disipador SLB.

Fuente: Bozzo et al. (2019)

A su vez en el caso de estructuras reforzadas con dispositivos de histéresis tipo SLB, se deberá especificar el diámetro del tipo chevron HSS 9"x9"x1/2", los perfiles tubulares serán de acero dispuesto según el ASTM A36, el esfuerzo mínimo de fluencia establecido del perfil del acero o sección tubular F_y : 2530 kg/cm². (21) p.317

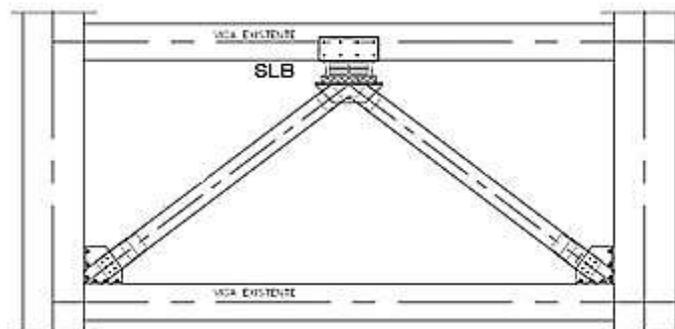


Figura 2.12 Definición del disipador SLB + diagonales chevron.

Fuente Quispe y García 2019

Propiedades de la sección:

E = Modulo de elasticidad.

A = Área de la sección.

I_x = Momento de inercia con respecto a un eje perpendicular al plano.

R_y = Relación entre el límite elástico esperado y el límite elástico mínimo especificado.

L= Longitud del brazo.

b/t= Ancho total/Espesor del elemento de la sección.

Según las limitaciones de ancho y espesor de secciones de acero compuestas para miembros designados como moderadamente dúctiles, la relación ancho-espesor de los elementos de compresión no deben exceder el límite de ancho-espesor en proporciones, λ_{md} . (22) p.9.1-15

Asimismo, el factor de longitud efectiva, K, para calcular la razón esbeltez de columna, KL/r, para miembros diseñados sólo en compresión, se recomienda que no sea mayor que 200. (23) pp.98-106

Verificación de la compacidad sísmica de la sección:

$$1.18 \frac{\sqrt{E}}{R_y F_y} < b/t \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Relación de esbeltez:

$$\frac{KL}{r} < 200 \quad (\text{Ec. 2.12})$$

Verificación por tensión:

$P_u = P_t =$ Tension mas cargada

$$F_y t = \frac{P_t}{A} < F_y \quad (\text{Ec. 2.13})$$

Verificación por compresión (esfuerzo de pandeo elástico):

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad (\text{Ec. 2.14})$$

Esfuerzo de pandeo por flexión:

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} > \frac{KL}{r} \quad (\text{Ec. 2.15})$$

$$\therefore F_{cr} = (0.658^{\frac{F_y}{F_e}}) F_y \quad (\text{Ec. 2.16})$$

$$\phi_c F_{cr} = 0.887(F_{cr}) \quad (\text{Ec. 2.17})$$

Verificación por resistencia nominal:

$$P_n = \phi_c F_{cr} A > P_u \quad (\text{Ec. 2.18})$$

Donde:

F_y = Esfuerzo de fluencia.

r = Radio de giro (cm).

F_e = Esfuerzo de pandeo elástico.

P_n = Resistencia de compresión nominal.

P_u = Resistencia axial en compresión requerida.

F_{cr} = Tensión crítica.

K = Rigidez.

Además la segunda variable desempeño sísmico: El diseño sísmico no se trata de identificar estructuras que sean capaces de soportar fuerzas aplicadas específicas, sino que implica crear sistemas que tengan su combinación óptima de propiedades como resistencia, rigidez, capacidad para disipar energía y resistir la deformación de manera dúctil, y estas propiedades permitir que la estructura responda a sismos moderados y frecuentes sin ocasionar daños serios, para sismos importantes sin poner en peligro su estabilidad, esto requiere no solo el uso de normas estándares sino también el ingenio para estimar los sistemas con características adecuadas. (24) p.441

A su vez una estructura elástica lineal (a), responderá elásticamente a la excitación sísmica, esto debe diseñarse de tal manera que las respuestas producidas por el diseño del sismo son menores que la fuerza probable en el que se produce la rotura frágil, el comportamiento de una estructura no lineal (c), significa que los desplazamientos inducidos por el sismo no producirán fuerzas tan grandes como en el caso elástico lineal, siempre que los desplazamientos puedan ser tolerados, en el enfoque básico de diseño sísmico para estructuras dúctiles (b), es bastante diferente, tales estructuras se deformarán bajo condiciones sísmicas que son generalmente requeridos para poseer la capacidad de desplazamiento, en tal interpretación el análisis inelástico no lineal ayuda a entender como las estructuras

actuaran cuando estén sujetos a una sollicitación que exceda su capacidad elástica lineal. (25) p.316

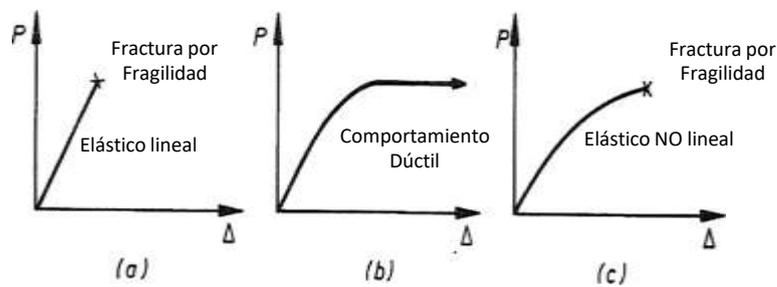


Figura 2.13 Tipos de estructura según comportamiento.

Fuente: Park et al. (1986)

A su vez la norma E.030 estructuras indica los siguientes procedimientos pueden usarse en el análisis sísmico de estructuras, análisis de fuerza estática o equivalente, análisis dinámico modal espectral y el análisis de tiempo – historia que solo es usado solo con fines de verificación y como ayuda a los procedimientos mencionados, este método es un tipo de análisis que mira directamente el comportamiento de histéresis de los miembros que forman parte de la estructura, porque identifica la necesidad sísmica de la estructura a través de registros sísmicos ocurridos y es importante para obtener el comportamiento real de los dispositivos de disipación de energía. (26) pp. 392-393

Esta variable, por su parte, se estructura según sus dimensiones que son factores, acorde a la primera dimensión periodos de vibración: En torno a una eventualidad de un sismo, un edificio responderá por vibración u oscilación de diferentes maneras y formas, y estas vibraciones se entiende como modos de vibración. Cada valor propio está relacionado con un modo de vibración. Por esta razón, es importante prestar atención a sus valores, en particular al primer modo de vibración, ya que esto puede indicar si la estructura estará en buenas o malas condiciones ante un evento sísmico. Los modos de vibración son adimensionales. (27) p.206

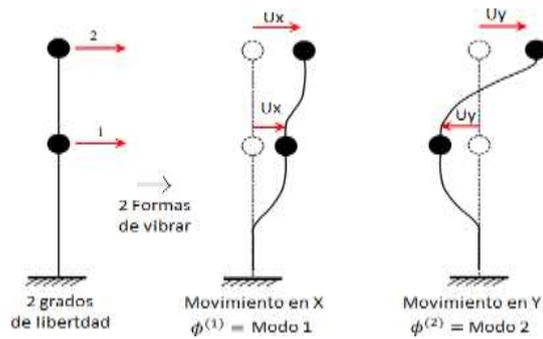


Figura 2.14 Modos de vibración.

Fuente: Aguiar (2012)

En este análisis se hará una comparación entre el periodo de vibración de la estructura sin reforzamiento y reforzada colocando los disipadores, es muy importante determinar la fuerza cortante en la base en la dirección de análisis. De acuerdo con la normativa E.030, se considera los siguientes factores.

$$V = \frac{ZUCS}{R} * P \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Y el valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \quad (\text{Ec. 2.20})$$

Donde:

V= Cortante en la base.

Z= Factor de zona.

U= Factor de uso o importancia.

C= Factor de amplificación sísmica.

S= Factor de amplificación del suelo.

R= Coeficiente de reducción sísmica.

P= Peso total de la edificación.

En este procedimiento estas acciones se interpretan como fuerzas horizontales poniendo una interpretación de oscilaciones sísmicas llamadas fuerzas de inercia (F_i) que actúan sobre cada piso de forma concentrada (centro m). Y a su vez el factor de fuerzas inerciales (sísmica) en altura.

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot h_j} \quad (\text{Ec. 2.21})$$

Donde:

F_i = Fuerza sísmica horizontal en el nivel “i”

p_i = Peso del nivel “i”

h_i = Altura del nivel “i” con relación al nivel del terreno

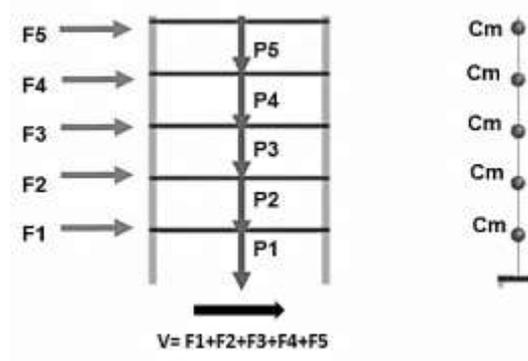


Figura 2.15 Fuerzas horizontales participativas.

Fuente: elaboración propia

A su vez el RNE E.030, indica en el capítulo 4, artículo 29 “análisis modal espectral” se refiere a las vibraciones o pequeñas oscilaciones que experimenta la estructura alrededor de su posición de equilibrio. Este movimiento oscilante produce cambios en la tensión y la deformación que deben calcularse y estimarse utilizando los modos de vibración y la aceleración espectral para cada dirección de análisis, que está dado por la siguiente expresión.

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g \quad (\text{Ec. 2.22})$$

Donde:

S_a = Aceleración espectral

g = Aceleración de la gravedad

Parámetros de diseño sismorresistente.

Factor de zona (Z).

Asimismo, según estos parámetros sísmicos establecidos, el RNE E.030, en el capítulo 2 “Peligro sísmico” a cada zona sísmica se le otorga un factor Z, que se interpreta como la fracción de aceleración debida a la gravedad.



Figura 2.16 Zonas sísmicas del Perú.

Fuente: RNE (2018)

Tabla 2.1 Factor de zona

Factores de Zona "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: RNE (2018)

El edificio de estudio está ubicado en la provincia de San Román – Distrito Juliaca, en consecuencia, según la figura N° 2.16 y la tabla N° 2.1, se establece en la zona 3, de modo que, $Z= 0.35$.

Parámetros de sitio (S, TP, TL).

La norma RNE E.030, proporciona los factores del tipo de perfil de suelo que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores de amplificación de suelo “S” y de los periodos T_p y T_L en la siguiente interpretación.

Tabla 2.2 Perfiles de suelo

Perfil	Tipo
S0	Roca Dura
S1	Suelo muy Rígido
S2	Suelo Intermedio
S3	Suelo Blando
S4	Condiciones Especiales

Fuente: RNE (2018)

Tabla 2.3 Factores de suelo

Factores de Suelo "S"				
Zona \ Suelo	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: RNE (2018)

Tabla 2.4 Perfiles TP y TL

Períodos "TP" y "TL"				
	Perfil del Suelo			
	S0	S1	S2	S3
Tp (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: RNE (2018)

Basándose en el mapa sísmico de zonificación sísmica para la región Puno y la tabla N° 10 y 11, la provincia de San Román, distrito de Juliaca pertenece a la zona 3, de modo que el suelo es de tipo 2, por lo tanto, S= 1.15, TP= 0.60seg, TL= 2.00seg.

Factor de amplificación sísmica (C).

En este punto, se determinan las características del sitio y el factor de amplificación sísmica (c), que es la amplificación de las ondas sísmicas a través de las capas de roca madre o la superficie similar al suelo. se considera que los estratos son horizontales.

$$T < T_p \rightarrow C = 2.50 \quad (\text{Ec. 2.23})$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.50 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \quad (\text{Ec. 2.24})$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2.50 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right) \quad (\text{Ec. 2.25})$$

Categoría de la edificación y factor de uso (U).

Según RNE E.030, la norma indica en el capítulo 3 “Categoría, sistema estructural y regularidad de las edificaciones”, artículo 15 “Categoría de las edificaciones y factor de uso”, los edificios que son de categoría C, edificios que suelen ser viviendas multifamiliares, por lo tanto, U = 1.

Tabla 2.5 Factor de uso de la edificación

Categoría		Descripción	Factor U
C	Edificaciones Comunes	Viviendas	1.00
		Oficinas	
		Hoteles	
		Restaurantes	
		Depósitos	
		Instalaciones Industriales	

Fuente: RNE (2018)

Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R).

Según el RNE E.030, en el artículo 22 “Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas, R”, se menciona lo siguiente:

El coeficiente de reducción básico de las fuerzas sísmicas se define como el resultado del coeficiente R_0 determinado en Tabla N° 7 y los coeficientes I_a , I_p , extraídos de las Tabla N° 8 y N° 9.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \quad (\text{Ec. 2.26})$$

Asimismo, se tiene la segunda dimensión máximas derivas: La amplitud de la deriva debe ser limitada, cuanto más superior sea su valor, más grande serán los daños hacia los elementos como los acabados y los denominados no estructurales. Este daño es costoso de reparar y puede estar tan extendido que después de un evento sísmico, la estructura puede volverse inhabitable. (28) p.96

Como también la norma E.030 estructuras, indica en el capítulo 5 “Requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad”, en el artículo 32 “Desplazamientos horizontales relativos admisibles” las derivas de entrepiso (distorsión) no exceda los valores estimados según la tabla 2.6 establecida.

Tabla 2.6 Desplazamientos admisibles.

Material predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: E-030 RNE

Por su parte el objetivo principal del diseño sísmico, se basa en evitar daños ante un temblor moderado, se trata de minimizar los desplazamientos laterales de la estructura, que es el factor más fundamental para estimar los posibles daños, es analizando ψ , es decir, δ , dividido entre H .

$$\psi = \Delta/H \quad (\text{Ec. 2.27})$$

Es esencial recordar que la reducción en el coeficiente sísmico R para el comportamiento inelástico es óptima para calcular las fuerzas en la que están diseñadas las estructuras, pero las deformaciones que se presentarán en la estructura serán a partir de un análisis elástico. Δ_c , deberá multiplicarse por Q . (29) p.45

$$\Delta = Q \cdot \Delta_c \quad (\text{Ec. 2.28})$$

Donde:

Ψ = Distorsión de entre piso.

Δ = Desplazamiento relativo.

H = Altura de entre piso.

Δ_c = Deformaciones calculadas.

δ = desplazamiento relativo de entre pisos.

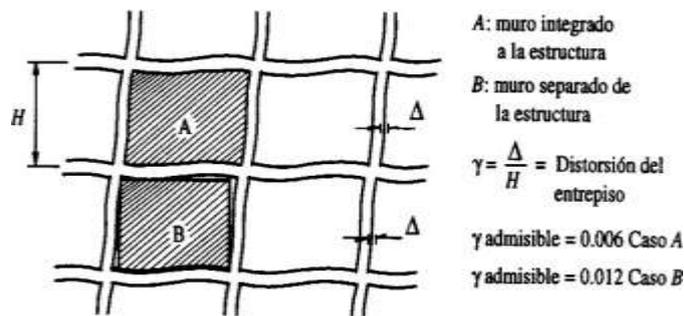


Figura 2.17 Derivas (distorsión por piso).

Fuente: Bazan y Meli (2002)

Finalmente se tiene la tercera dimensión respuesta energética: Para identificar el área fuente es importante conocer su capacidad sísmica, para lo cual existen dos procesos, uno probabilístico y el otro determinista siendo este último el más empleado que básicamente se fundamenta en el hecho de que a partir de la sismicidad histórica, pueden establecerse leyes estadísticas que definan las características sísmicas de una cierta región, para ello se requieren datos referentes a los siguientes aspectos:

- Identificación de las zonas sismogénicas.
- Máximo sismo esperado en cada una de las zonas sismogénicas.
- Relaciones entre la frecuencia de ocurrencia y la magnitud en cada zona sismogénica y datos referentes a los periodos de retorno de los sismos.

El resultado final de este método es la probabilidad de ocurrencia de sismos de distinta severidad. El parámetro que se determina habitualmente es la intensidad macro sísmica o la aceleración máxima, para un lugar dado y en un intervalo de tiempo determinado, este tipo de resultados es de gran utilidad para la ingeniería estructural a la hora de definir la acción sísmica de diseño, además esta interpretación se relaciona a la energía total de la estructura sujeta a una serie de registros de aceleración del suelo. Estos resultados se obtendrán a partir de un análisis tiempo - historia no lineal en estudio. (30) p.14

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Enfoque de investigación: Cuantitativo

Se considera a una investigación científica como la actividad que permite la adquisición de conocimientos, la resolución de problemas de todo proceso que busca mediante la aplicación del método científico, obtener información relevante y confiable para comprender, estandarizar, corregir o aplicar el conocimiento, y por lo tanto la definición de ciencia de la investigación. Su objetivo es determinar las respuestas a las preguntas a través de procesos científicos. (31) p.9. De acuerdo con los conceptos presentados, considerando que la investigación actual es comprender y cuantificar la respuesta sísmica de un sistema estructural existente y luego adaptar su configuración estructural en base a reforzamientos mediante disipadores de energía. Según estas consideraciones, se aplicará el enfoque cuantitativo.

Tipo de investigación: Aplicada

Se considera a este estudio de investigación porque sus resultados se pueden aplicar a la solución directa e inmediata a los problemas correspondientes, que se enfocan respectivamente sobre los hallazgos, descubrimientos y las soluciones de la investigación orientada. (32) p.12. Para el presente estudio, el desempeño sísmico estará determinado por un sistema estructural existente y a su vez dos sistemas estructurales mediante el reforzamiento de disipadores de energía en estudio, determinando cual sistema presenta mejor desempeño ante un evento sísmico simulado. De acuerdo con estas consideraciones, este estudio se clasificó como aplicada.

Nivel de investigación: Explicativo

Es un tipo de investigación que utiliza la recopilación de datos para verificar hipótesis basados en función de las mediciones numéricas y el análisis estadístico, para preparar formas de comportamiento y probar teorías. (33) pág.4. Como primer paso se debe realizar la estructuración completa de la edificación, luego se deben

estimar el metrado de cargas según lo indicado en la norma E.020, a su vez realizar la evaluación del comportamiento sísmico para cada sistema estructural, sin disipador y con disipadores de energía, por su parte se deberá emplear teniendo en cuenta la normativa nacional y sus respectivos artículos en diseño sísmico. Según estas consideraciones la investigación corresponde al nivel explicativo.

Diseño de investigación: No experimental

Las investigaciones no experimentales son en las que el investigador no controla la variable independiente, que es una de las características de las investigaciones experimentales y cuasi experimentales. (34) pág.73. Para lograr el comportamiento sísmico en un edificio multifamiliar bajo un criterio de sistemas estructurales con y sin la inserción de disipadores de energía, se mostrarán los valores de distorsión de los pisos para cada sistema estructural evaluado. Empleado una comparación de los resultados obtenidos, y asegurarse de que sea menor a 0.007 para estructuras de concreto armado como se especifica en la Norma de Diseño Sísmico E.030. De acuerdo a esa conformidad, este estudio es diseño no experimental, porque las variables no cambiarán esto porque se estudiarán tal cual.

3.2 Variables y operacionalización

Variable 1: Disipadores de energía

Definición conceptual

En los sistemas de energía pasiva del comportamiento sísmico de la estructura, hay disipadores metálicos diseñados para dispersar la energía introducida sobre el sistema estructural a causa de fuerzas dinámicas externos producidas por sismos u otros efectos. Estos dispositivos colaboran en aumentar el nivel de amortiguación en la estructura. Hay varios tipos de disipadores. El acero es definitivamente el metal más usado en disipadores por su alta plasticidad. (15) p.40

Definición operacional

Los disipadores de energía se operacionalizan de acuerdo a sus dimensiones que representan (tipos). Disipador ADAS, Disipador SLB. Por su parte cada una de estas dimensiones se divide en tres indicadores.

Variable 2: Desempeño sísmico

Definición conceptual

Los edificios expuestos a fuerzas sísmicas intensas a menudo sufren daños significativos, que pueden provocar un colapso total. Para los ingenieros estructurales, la previsión y estimación del daño estructural es muy básico, aunque la regulación sísmica se refiere al daño estructural de forma vaga e indirectamente establece normas para reducirlo, ya que solo sugiere valores limitados para las derivas laterales. (28) p.28

Definición operacional

El desempeño sísmico se operacionaliza mediante sus dimensiones que representan (factores), periodos de vibración, máximas derivas, respuesta energética. Por su lado cada de una de estas dimensiones se divide en tres indicadores.

3.3 Población muestra y muestreo

Población

La población es un grupo de elementos que se sujetan ciertas propiedades que queremos estudiar, por ello, entre la población y la muestra existe una propiedad inductiva (de lo particular a lo general). (35) p.1. En la actual investigación la población estudiada son los edificios (viviendas) de uso multifamiliar de 5 pisos de la ciudad de Juliaca, indicando la zona, Urb. Santa Mónica II etapa que está constituida por 12 bloques.

Muestra

Es una fracción o parte representativa de la población, cuyas características principales son objetivas, por lo que los resultados obtenidos en la muestra pueden generalizarse a todos los elementos correspondientes para esta población. (36) p.52. En la presente investigación la muestra está establecido por la vivienda multifamiliar Díaz Cuenta de cinco pisos de la ciudad de Juliaca, Puno.

Muestreo

El muestreo no probabilístico es un proceso que no utiliza las leyes del azar ni calcula la probabilidad, por lo que las muestras obtenidas son constantes y no se puede conocer el nivel de confianza en los resultados de la investigación. (37) p.253. En esta investigación se utilizará un muestreo no probabilístico a criterio del investigador.

Unidad de análisis

La población objetivo debe estar definido de forma precisa y clara en el problema de investigación (pregunta) y el objetivo general de la investigación. Es decir, se deben identificar los elementos o sujetos a analizar y sobre las conclusiones que se supone se deben sacar de la muestra. (38) p.82. En esta investigación la unidad de análisis es el edificio.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Observación directa

El investigador es considerado una persona que tiene prioridades. Al enfatizar que una observación es como la luz de una linterna: ilumina donde le interesa, queremos decir que su observación tiene dirección, dependiendo de lo que quiera indagar. (39) p.62. Se empleará la técnica de observación directa para recopilar la información.

Instrumentos: Ficha de recopilación de datos

Cada herramienta necesita recopilar datos directamente relacionados con fines del proyecto, recopilar información no relacionada con el objetivo de la investigación; Además de causar molestias de las personas que completan los instrumentos, llevará mucho tiempo y será un déficit al analizar los datos más adelante. (40) p.25. Los instrumentos de investigación utilizadas para el análisis y procesamiento de datos es el software Etabs, Microsoft Excel.

Validez

El valor del contenido a menudo se evalúa subjetiva u objetivamente. El procedimiento más común utilizado para calcular este tipo de validez es la llamada evaluación de expertos, que es una tabla estimada para explicar el efecto por categorías y tamaño de la validez, que a su vez es evaluado por expertos. Jueces acreditados para un fin, y la revisión de manera independiente. (41) p.107

Tabla 3.1 Tabla de validez.

Rango de validez	Interpretación
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.65	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

Fuente: Oseda (2011)

Tabla 3.2 Calificación de juicio de expertos.

Nº	Grado académico	Nombres y apellidos	CIP	Valor
1	Ing. Civil	Juan José Mina Zuñiga	200721	1
2	Ing. Civil	Edwin Rene Huamán Apaza	137370	1
3	Ing. Civil	Mary H. Callo Zaravia	68153	1
Promedio:				1

El promedio del valor dado es validez perfecta.

Fuente: Formato Propia

Confiabilidad de los instrumentos:

La confiabilidad o credibilidad se refiere a la consistencia o estabilidad de una medición. La definición técnica de confiabilidad que ayuda a resolver problemas teóricos y prácticos es que esta definición comienza con el estudio de la cantidad de error de medición presente en los instrumentos de medición. (42) p.248

Tabla 3.3 Confiabilidad.

Interpretación	Confiabilidad
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente Ruiz (2015)

3.5 Procedimiento

Estudio Previos

Estudios de campo

Ensayo SPT (Estándar Penetration Test)

- ASTM D1586 - 11 (Norma Técnica Peruana 339.133)
- ASTM D1586M - 18 (Norma Técnica Peruana 339.133)
- Norma Técnica E.050 Suelos y cimentaciones
- Resultados del ensayo

Ensayo de esclerometría (Esclerómetro)

- ASTM C805 (Norma Técnica Peruana 339.181)
- ASTM C805 -18 (Norma Técnica Peruana 339.181)
- Resultados del ensayo

3.6 Método de análisis de datos

El análisis se realizó en orden de los objetivos (específicos y generales).

3.6.1 Cálculo de los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía.

Identificar actividades a realizar

1. Información general de la estructura.

El edificio es de uso vivienda multifamiliar, basado en su diseño arquitectónico y estructural, compuesto por cimentaciones, placas, columnas, losas aligeradas, y

vigas con un sistema aporticado ya que las columnas reciben por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base. Cuenta con 5 pisos, 4.30m para la altura del primer piso y 2.70m para la altura de entre pisos subsiguientes. el cual tiene un área de 336 m² construida.

En el primer piso tiene un ambiente amplio con un garaje y deposito, asimismo el piso superior típico comprende de 3 dormitorios principales, estudio biblioteca, sala, comedor, cocina y 3 SS.HH.

Según la estructura tiene una configuración irregular desde un punto de vista analítico estructural, se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidad apreciable o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por las denominadas esquinas entrantes, asimismo la estructura es irregular, cuando en cualquiera de las direcciones de análisis la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1.30 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica para azoteas.

En la norma del RNE E.030 “Diseño sismorresistente” en el artículo 19 “Irregularidad estructural”, menciona que, si se obtienen diferentes valores de los factores l_a o l_p al aplicar las Tablas 8 y 9, entonces se toma el factor menor obtenido para las dos direcciones de análisis.

2. Plano arquitectónico.

A continuación, se mostrará el plano arquitectónico de planta típica con la distribución de los ambientes y los elementos estructurales que lo componen.

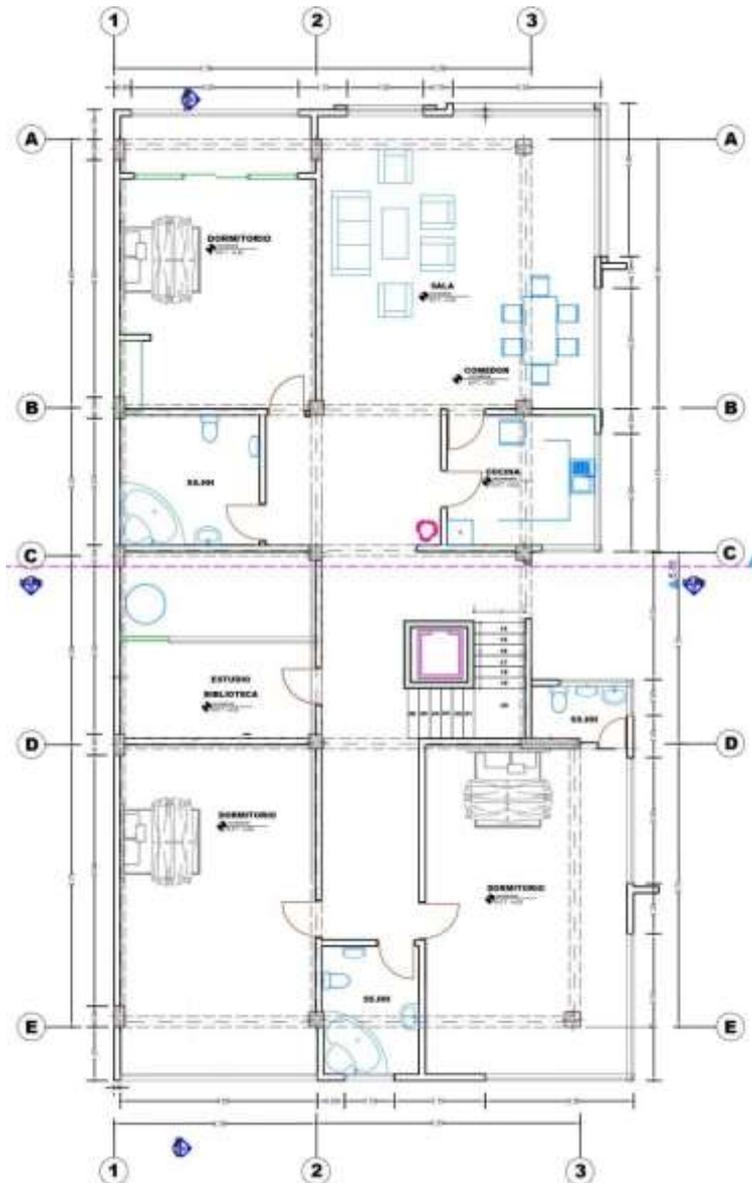


Figura 3.1 Plano arquitectónico típica.

Fuente: Elaboración propia

3. Estructuración.

En cualquier proyecto estructural, lo primero que se debe hacer es determinar la forma y el mecanismo de los elementos estructurales, al colocar vigas, columnas, losas, etc. En forma apropiada, en esta interpretación se tomará el criterio de la estructura existente detallada en la figura 3.2.

Tabla 3.4 Elementos estructurales de la edificación

Elementos Estructurales	
Denominación	Dimensiones
Columnas	
C-1	35 cm x 35 cm
C-2	25 cm x 50 cm
C-3	35 cm x 35cm
C-4	35 cm x 35cm
Vigas	
VP 1-1	25 cm x 40 cm
VS A-A	25 cm x 40 cm
Losas	
Aligerado 01	e = 20 cm
Placas	
PL- C-4	e = 25 cm

Fuente: Elaboración propia

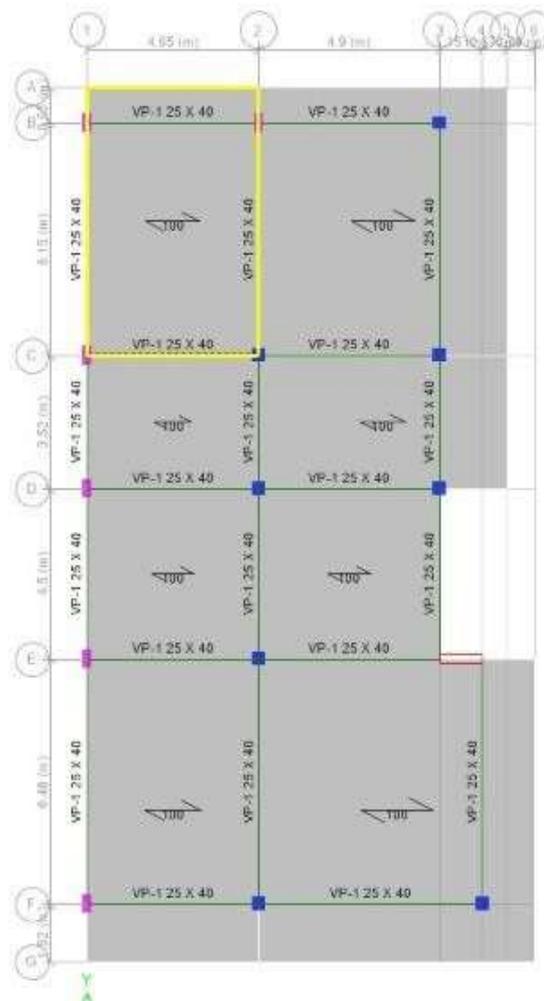


Figura 3.2 Estructuración y vista en planta en Etabs.

Fuente: Elaboración propia

4. Modelamiento estructural.

El edificio se modelará con y sin el refuerzo de disipadores SLB y ADAS mediante el Etabs v19.1.0. El modelado sin disipadores se utilizará para llevar a cabo un análisis comparativo entre los sistemas estructurales de reforzamiento estudiados, que mostrará los periodos de vibración, derivas de entre pisos, análisis de respuestas energéticas. Las siguientes figuras muestran la elevación tridimensional y las principales elevaciones.

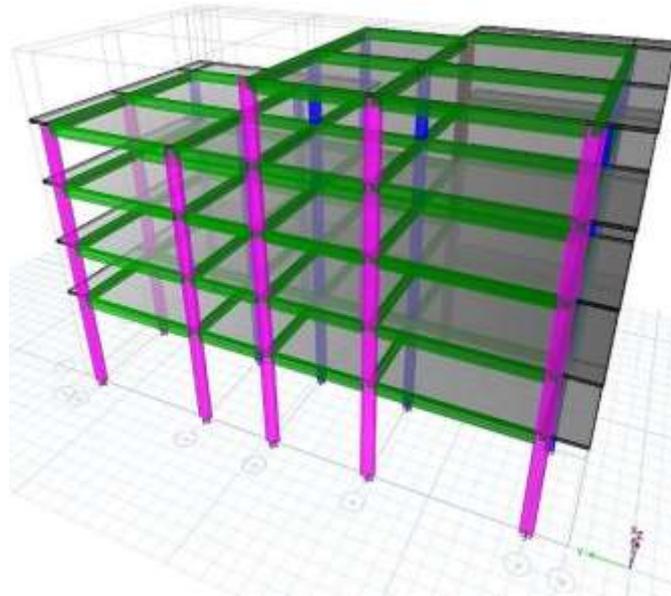


Figura 3.3 Modelamiento estructural existente en Etabs.

Fuente: Elaboración propia

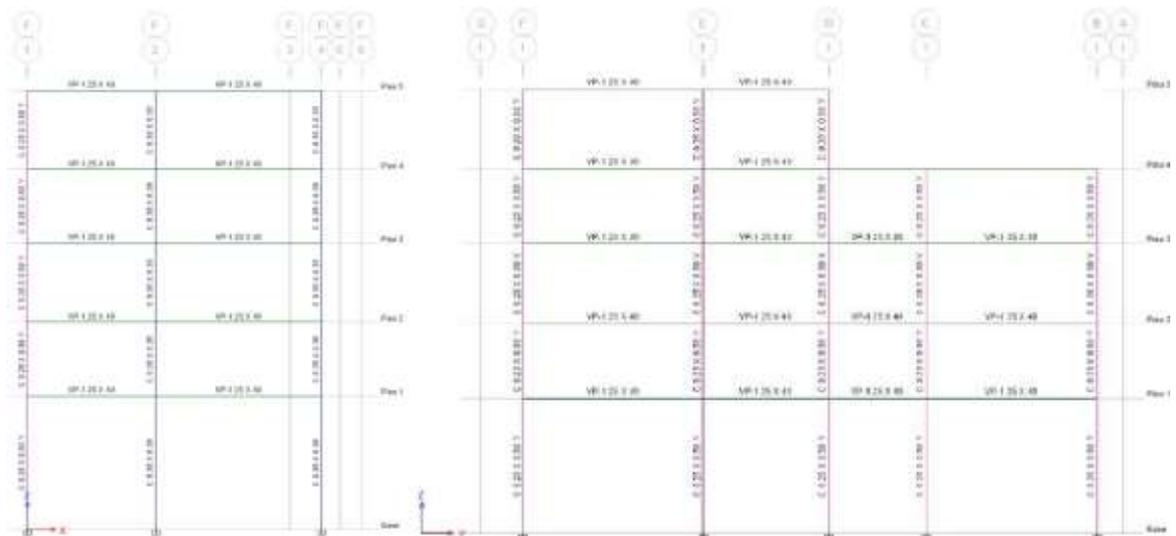


Figura 3.4 Vistas principales de elevación en Etabs, Direcciones X - Y.

Fuente: Elaboración propia

5. Análisis de la resistencia real del concreto F'_c de los elementos estructurales.

Según el ensayo de esclerometría empleado sobre la resistencia del C°A en cuanto a los elementos estructurales promedio son los siguientes. En este análisis de usará las resistencias reales a compresión de los elementos.

Tabla 3.5 Resistencias del concreto F'_c

Elemento estructural	Resistencia de diseño	Resistencia real
C1	210 Kg/cm ²	259.33 Kg/cm ²
C2	210 Kg/cm ²	313.34 Kg/cm ²
C3	210 Kg/cm ²	331.44 Kg/cm ²
C4	210 Kg/cm ²	277.28 Kg/cm ²
V.P	210 Kg/cm ²	241.44 Kg/cm ²
V.S	210 Kg/cm ²	223.61 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.5 Asignación de la resistencia real F'_c , columna central en el Etabs.

Fuente: Elaboración propia

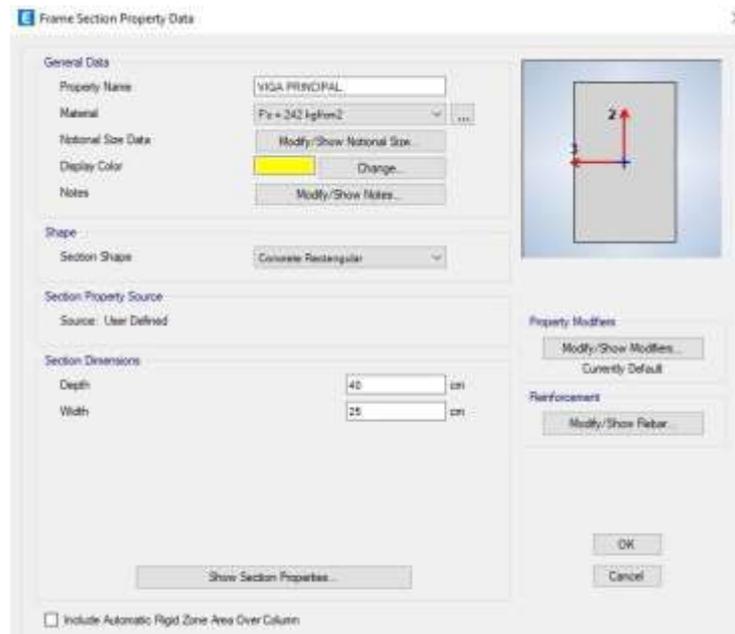


Figura 3.6 Asignación de la resistencia real F'_c , viga principal en el Etabs.

Fuente: Elaboración propia

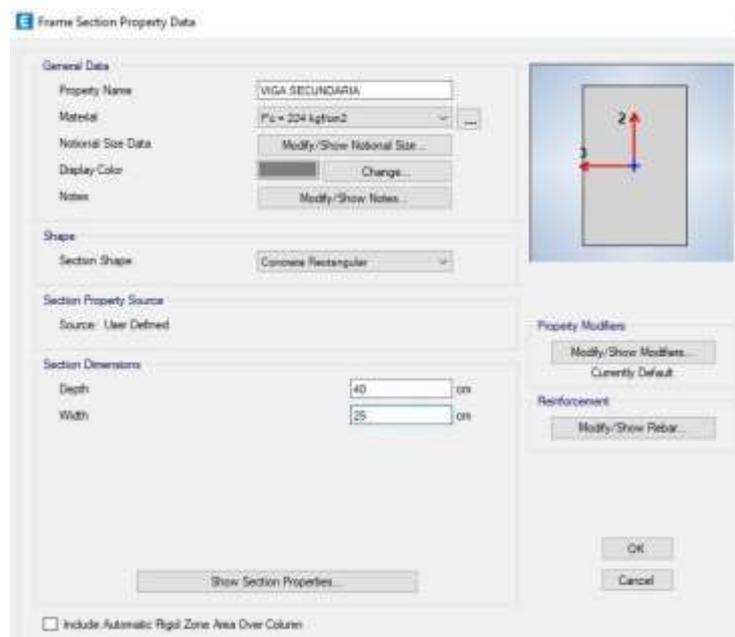


Figura 3.7 Asignación de la resistencia real F'_c , viga secundaria en el Etabs.

Fuente: Elaboración propia

6. Análisis por carga vertical.

En este paso resulta vital la técnica en el cual se estiman las cargas actuantes sobre los distintos elementos estructurales que componen al edificio, se calculan las cargas vivas de acuerdo a los parámetros proporcionados por la norma E.020,

descrita en el Capítulo 3, estas propiedades que son incorporadas al programa ETABS e introducir patrones de carga (carga viva y carga muerta), con las secciones señaladas puedan determinar las rigideces del sistema y luego obtener los resultados, se estima que los muros actúan por su propio peso por gravedad al no estar integrado junto con la estructura. (ver anexo 5).

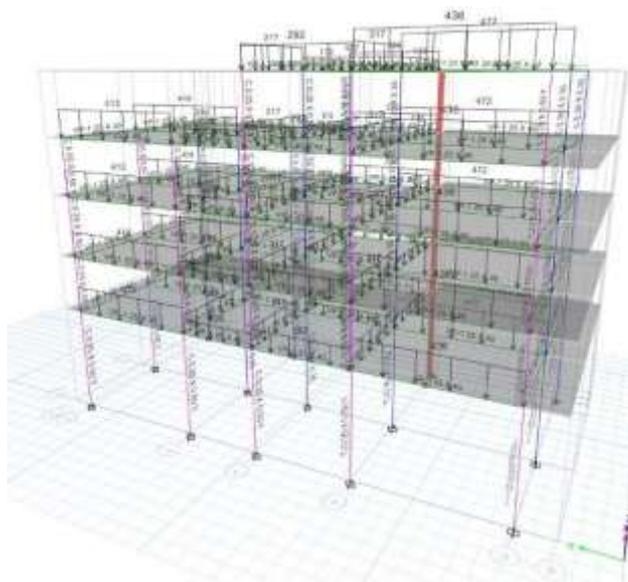


Figura 3.8 Metrado de cargas (muros) de la estructura en Etabs.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.6 Peso de materiales

Descripción del Material	Peso Propio (Ton/m ³)
Concreto Armado	2.40
Acero Corrugado Grado 60	7.86
Muro Portante (Albañilería)	1.80
Muro no Portante (Albañilería)	1.65

Fuente: RNE. Norma E.020 (2018), cargas

Tabla 3.7 Peso de losa aligerada

Espesor de la Losa Aligerada (m)	Espesor de Losa Superior (m)	Peso Propio (Ton/m ²)
0.20	0.05	0.300

Fuente: RNE. Norma E.020 (2018), cargas

Tabla 3.8 Peso de ladrillos de techo

Ladrillo de Techo	Peso Propio (kg)	Peso Distribuido (Ton/m ²)
15x30x30 cm	7.60	0.0076

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.9 Resumen de cargas actuantes

Cargas	Descripción	Dimensiones			Total	Und
		B (m)	L (m)	H (m)		
Carga Muerta	Peso de Losa Aligerada en 01 Dirección	0.20	-	-	0.300	Ton/m ²
	Peso de Ladrillos de Techo	0.15	-	-	0.008	Ton/m ²
	Peso de Tabiquería Fija	-	-	-	0.210	Ton/m ²
	Peso de Acabados	-	-	-	0.100	Ton/m ²
	Peso de Muro Perimetral	0.13	-	1.20	0.281	Ton/m
	Peso de Parapeto	-	-	-	0.030	Ton/m
Carga Viva	Sobrecarga de Uso	-	-	-	0.200	Ton/m ²
	Sobrecarga - Corredores y Escaleras	-	-	-	0.200	Ton/m ²
	Sobrecarga de Techo	-	-	-	0.100	Ton/m ²

Fuente: RNE. Norma E.020 (2018), cargas vivas y muertas

Resumen del metrado de cargas muertas sin y con disipadores SLB y ADAS:

Para el peso de la estructura se calcula utilizando el programa Etabs v19.1.0, donde el programa calcula el peso propio del edificio al otorgarle las dimensiones de los elementos estructurales y sus propiedades.

Tabla 3.10 Calculo de carga muerta sin disipadores

Cargas	Edificio sin disipadores	Und
Peso propio	805.671	Ton
Diagonales tipo Chevron	-	Ton
Diagonales tipo BRBF	-	Ton
Total =	805.671	Ton

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.11 Calculo de carga muerta con disipador SLB

Cargas	Edificio con disipador SLB	Und
Peso propio	805.671	Ton
Diagonales tipo Chevron	10.321	Ton
Diagonales tipo BRBF	-	Ton
Total =	815.992	Ton

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.12 Calculo de carga muerta con disipador ADAS

Cargas	Edificio con disipador ADAS	Und
Peso propio	805.671	Ton
Diagonales tipo Chevron	-	Ton
Diagonales tipo BRB	7.847	Ton
Total =	813.518	Ton

Fuente: RNE. Norma E.020 (2018), cargas vivas y muertas

Resumen de cargas vivas sin disipadores:

Tabla 3.13 Calculo de carga viva sin disipadores

Carga	Peso	Und	Area (m2)	# Pisos	Parcial	Und
Carga viva (uso)	200	Ton	216.2	5	216.2	Ton
Corredores y escaleras	200	Ton	42.87	5	42.87	Ton
Carga de azotea	100	Ton	259.80	1	25.98	Ton
			Total		285.05	Ton

Fuente: Elaboración propia

7. Peso total de la edificación:

Según la masa por pisos de la edificación se obtienen del programa que estas deberán ser multiplicadas por su gravedad de 9.81, para después calcular el peso de la edificación con y sin el reforzamiento de los disipadores. Se define de la siguiente manera.

Tabla 3.14 Peso total de la edificación sin disipadores

Nivel	Diafragma por Nivel	Masa (Ton-s ² /m)	Peso (Ton)
Piso 05	Diafragma D5	9.747	95.618
Piso 04	Diafragma D4	17.774	174.364
Piso 03	Diafragma D3	18.038	176.949
Piso 02	Diafragma D2	18.038	176.949
Piso 01	Diafragma D1	18.531	181.792
	Total	82.128	805.671

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.15 Peso total de la edificación con disipador SLB

Nivel	Diafragma por Nivel	Masa (Ton-s ² /m)	Peso (Ton)
Piso 05	Diafragma D5	9.4853	93.051
Piso 04	Diafragma D4	18.38518	180.359
Piso 03	Diafragma D3	18.47299	181.220
Piso 02	Diafragma D2	18.58727	182.341
Piso 01	Diafragma D1	18.24884	179.021
	Total	83.180	815.992

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.16 Peso total de la edificación con disipador ADAS

Nivel	Diafragma por Nivel	Masa (Ton-s ² /m)	Peso (Ton)
Piso 05	Diafragma D5	9.4823	93.021
Piso 04	Diafragma D4	18.15263	178.077
Piso 03	Diafragma D3	18.62567	182.718
Piso 02	Diafragma D2	18.54717	181.948
Piso 01	Diafragma D1	18.11962	177.753
Total		82.927	813.518

Fuente: Elaboración propia

8. Validación de la estructura.

Parámetros de diseño sismorresistente.

Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R).

Conforme al RNE E.030, en el artículo 20 "Factores de irregularidad", El factor **la** se define como el valor menor de la Tabla N° 8 respecto a estructuras irregulares presentes en altura en ambas direcciones del análisis. Mientras que el factor **lp** se define como el valor menor de la tabla N° 9 respecto a las irregularidades presentes en planta en ambas direcciones de análisis. Estas irregularidades están relacionadas con la ecuación mencionada 2.26.

En el plano estimado de la edificación, se visualizó que presenta dos análisis de irregularidades según el criterio estructural a tomar en consideración, ver anexo 4.

Caso 1. Si $B > 1.30A$ → Hay irregularidad en altura.

Caso 2. Si: $B > 0.20L_x$ → Hay irregularidad en planta.

Tabla 3.17 Irregularidades en altura

Irregularidad Geométrica Vertical – Dirección Y-Y					
N° de Piso	Longitud (m)	Dimensión "A" (m)	Dimensión "B" (m)	Caso I	Verificación de Irregularidad
5	11.13	-	11.13	-	-
4	20.80	11.13	20.80	1.87	Si hay irregularidad
3	20.80	20.80	20.80	1.00	No hay irregularidad
2	20.80	20.80	20.80	1.00	No hay irregularidad
1	20.80	20.80	20.80	1.00	No hay irregularidad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.18 Irregularidades en planta

Irregularidad de Esquinas Entrantes – Dirección X-X							
N° de Piso	Longitud "Lx" (m)	Longitud de Esquina "B" (m)				Caso II	Verificación de Irregularidad
		Esquina 01	Esquina 02	Esquina 03	Esquina 04		
5	10.70	1.15	0.00	0.00	0.00	0.107	No hay irregularidad
4	10.70	1.15	0.00	0.00	0.00	0.107	No hay irregularidad
3	10.70	1.15	0.00	0.00	0.00	0.107	No hay irregularidad
2	10.70	1.15	0.00	0.00	0.00	0.107	No hay irregularidad
1	10.70	1.15	0.00	0.00	0.00	0.107	No hay irregularidad

Fuente: Elaboración propia

Según estas consideraciones la edificación presenta una irregularidad geométrica vertical en altura en la dirección estimada Y con un $la= 0.90$, a su vez por irregularidad de esquina entrante en la dirección estimada X en planta $lp= 1.00$ no presenta dicha estimación.

9. Parámetros a usar para el análisis sismorresistente.

Los siguientes parámetros se obtienen de los artículos de la norma. RNE E.030 tomado para la consideración del análisis sísmico que se requiere realizar.

Tabla 3.19 Análisis en la dirección estimada c/s disipadores

Parámetros Sísmico - Dirección Estimada				
		Sin Disipador	Con disipador SLB	Con disipador ADAS
Zonificación	Zona	3	3	3
	Z	0.35	0.35	0.35
Parámetros de Sitio	Suelo	S2	S2	S2
	S	1.15	1.15	1.15
	Tp (seg)	0.60	0.60	0.60
	TL (seg)	2.00	2.00	2.00
Factor de Amplificación Sísmica	Ty (seg)	0.446	0.446	0.446
	C	2.500	2.500	2.500
Uso	Categoría	C	C	C
	U	1.00	1.00	1.00
Factor de Reducción Sísmica	Pórticos			
	Ro	8	8	8
	la	0.90	0.90	0.90
	lp	1.00	1.00	1.00
	R	7.20	7.20	7.20
$\frac{ZUCS}{R}$		0.1398	0.1398	0.1398

Fuente: Elaboración propia

$$C/R \geq 0.11$$

Donde el valor de C/R no se considera menor que lo mostrado según la ecuación 2.20.

$$\frac{2.500}{7.20} = 0.347 \text{ Sin disipador} \rightarrow \frac{2.500}{7.20} = 0.347 \text{ Con disipador}$$

10. Verificación de fuerzas cortantes.

La fuerza cortante en la base según las recomendaciones que se menciona en el RNE E.030 artículo 28 “Análisis estático o de fuerzas equivalentes”, donde este método representa la carga sísmica como un conjunto de fuerzas que actúan sobre el centro de masa para cada nivel del edificio, se determinará con la ecuación mencionada en el 2.19 del presente estudio.

Tabla 3.20 Análisis de cortantes basal c/s disipadores

	Sin disipador	Und	SLB	Und	ADAS	Und
P	805.67	Ton	815.99	Ton	813.52	Ton
V basal	112.60	Ton	114.04	Ton	113.69	Ton

Fuente: Elaboración propia

11. Análisis dinámico modal espectral sin y con disipadores de energía sísmica.

En este análisis se considera un espectro de diseño por que usa los modos de vibración y los combina con las respuestas que estas tengan para el cálculo de un pre – diseño adecuado.

Aceleración espectral.

Según el RNE E.030, en el capítulo 4 “Análisis estructural”, artículo 29 “Análisis dinámico modal espectral”, se refiere a lo siguiente.

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se usa un espectro inelástico de pseudo - aceleraciones establecido por la ecuación mencionada 2.22. Donde el factor de amplificación sísmica C es calculado de acuerdo a las ecuaciones formuladas en el 2.23, 2.24, 2.25.

Tabla 3.21 Parámetros sísmicos para elaborar el espectro de diseño

Parámetros Sísmicos – direcciones estimadas			
		Dirección X	Dirección Y
Zonificación	Zona	3	3
	Z	0.35	0.35
Parámetros de Sitio	Suelo	S2	S2
	S	1.15	1.15
	Tp (seg)	0.60	0.60
	TL (seg)	2.00	2.00
Uso	Categoría	C	C
	U	1.00	1.00
		Pórticos	
Factor de Reducción Sísmica	Ro	8	8
	Ia	1.00	0.90
	Ip	1.00	1.00
	R	8.00	7.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.22 Espectro Pseudo - Aceleración

Período "T" (seg)	Dirección X-X		Dirección Y-Y	
	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"
0.00	2.50	1.234	2.50	1.371
0.10	2.50	1.234	2.50	1.371
0.20	2.50	1.234	2.50	1.371
0.30	2.50	1.234	2.50	1.371
0.40	2.50	1.234	2.50	1.371
0.50	2.50	1.234	2.50	1.371
0.60	2.50	1.234	2.50	1.371
0.70	2.14	1.058	2.14	1.175
0.80	1.88	0.925	1.88	1.028
0.90	1.67	0.823	1.67	0.914
1.00	1.50	0.740	1.50	0.823
1.10	1.36	0.673	1.36	0.748
1.20	1.25	0.617	1.25	0.686
1.30	1.15	0.569	1.15	0.633
1.40	1.07	0.529	1.07	0.588
1.50	1.00	0.494	1.00	0.548
1.60	0.94	0.463	0.94	0.514
1.70	0.88	0.435	0.88	0.484
1.80	0.83	0.411	0.83	0.457
1.90	0.79	0.390	0.79	0.433
2.00	0.75	0.370	0.75	0.411
2.10	0.68	0.336	0.68	0.373
2.20	0.62	0.306	0.62	0.340
2.30	0.57	0.280	0.57	0.311
2.40	0.52	0.257	0.52	0.286
2.50	0.48	0.237	0.48	0.263
2.60	0.44	0.219	0.44	0.243
2.70	0.41	0.203	0.41	0.226
2.80	0.38	0.189	0.38	0.210
2.90	0.36	0.176	0.36	0.196
3.00	0.33	0.165	0.33	0.183
7.00	0.06	0.030	0.06	0.034
7.50	0.05	0.026	0.05	0.029
8.00	0.05	0.023	0.05	0.026

Elaboración propia

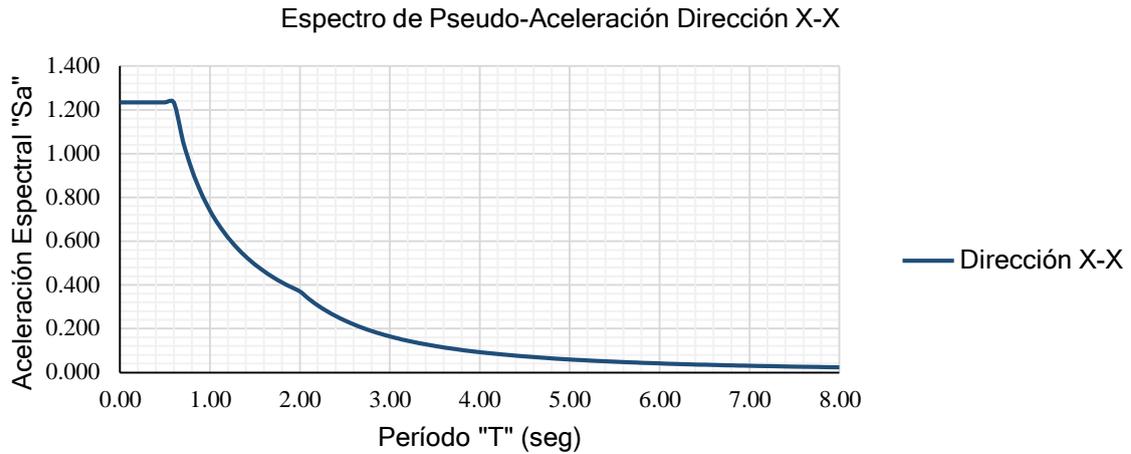


Figura 3.9 Espectro de diseño según norma E.030 - Dirección X-X

Fuente: Elaboración propia

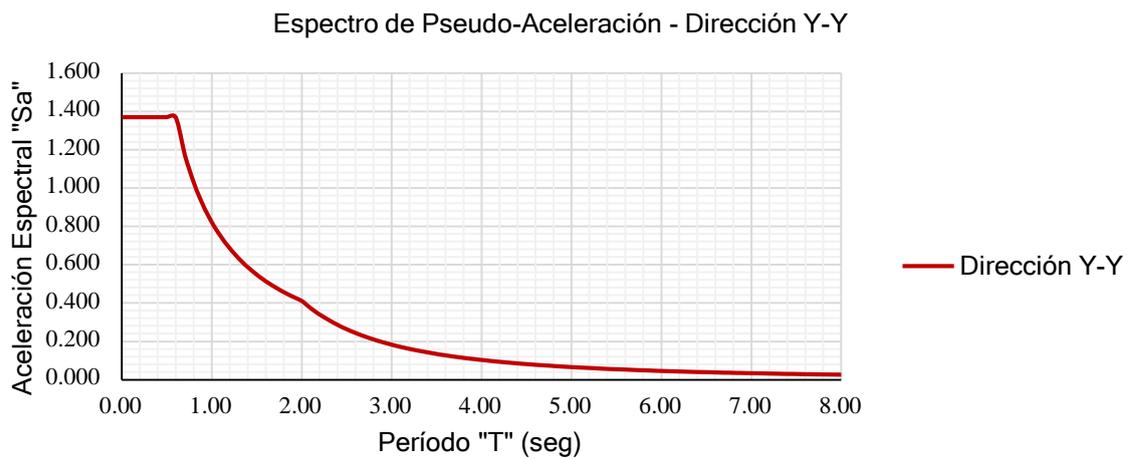


Figura 3.10 Espectro de diseño según norma E.030 - Dirección Y-Y

Fuente: Elaboración propia

12. Modos de vibración.

Según el RNE E.030, en el capítulo 4 “Análisis estructural”, artículo 29 “Análisis dinámico modal espectral”, en el punto 29.1 se refiere a lo siguiente, los modos de vibración pueden establecerse mediante un análisis apropiado para determinar la rigidez y la distribución de las masas, en cada modo direccional donde las masas efectivas sea al menos el 90% de la masa total. Tomado en cuenta al menos los tres primeros modos predominantes en la dirección del análisis.

Tabla 3.23 Resultado modal espectral sin disipadores

Nivel	Caso	Modos	Periodo "T" (seg)	Masa Participativa			Sum Ux	Sum Uy	Sum Uz	Masa Participativa			Sum Rx	Sum Ry	Sum Rz
				Ux	Uy	Uz				Rx	Ry	Rz			
1	Modal	1	1.323	0.0001	0.3022	0.000	0.000	0.302	0.000	0.0222	0.0253	0.6429	0.022	0.025	0.643
	Modal	2	1.142	0.8775	0.0044	0.000	0.878	0.307	0.000	0.0011	0.1254	0.0045	0.023	0.151	0.647
	Modal	3	1.132	0.0056	0.6336	0.000	0.883	0.940	0.000	0.0532	0.0196	0.2941	0.077	0.170	0.942
2	Modal	4	0.39	0.002	0.0182	0.000	0.885	0.958	0.000	0.3618	2.73E-05	0.025	0.438	0.170	0.967
	Modal	5	0.34	0.0001	0.0301	0.000	0.885	0.989	0.000	0.5073	0.0012	0.02	0.946	0.172	0.987
	Modal	6	0.327	0.0788	0.0001	0.000	0.964	0.989	0.000	0.0013	0.6958	0.0013	0.947	0.867	0.988
3	Modal	7	0.227	0.0006	0.0025	0.000	0.965	0.991	0.000	0.0096	0.0037	0.0031	0.957	0.871	0.991
	Modal	8	0.194	0.0002	0.0054	0.000	0.965	0.997	0.000	0.0183	0.0005	0.0017	0.975	0.872	0.993
	Modal	9	0.157	0.0225	0.0001	0.000	0.987	0.997	0.000	0.0007	0.0723	0.0025	0.976	0.944	0.995
4	Modal	10	0.155	6.48E-06	0.0003	0.000	0.987	0.997	0.000	0.0021	0	0.0023	0.978	0.944	0.997
	Modal	11	0.124	0.0003	0.0025	0.000	0.988	0.999	0.000	0.017	0.0013	0.0003	0.995	0.945	0.998
	Modal	12	0.111	3.34E-05	4.49E-05	0.000	0.988	0.999	0.000	0.0006	0.0009	0.0005	0.995	0.946	0.998
5	Modal	13	0.088	0.0063	0.0002	0.000	0.994	1.000	0.000	0.0013	0.0278	0.0013	0.997	0.974	1.000
	Modal	14	0.087	0.002	0.0004	0.000	0.996	1.000	0.000	0.0034	0.0099	4.90E-05	1.000	0.984	1.000
	Modal	15	0.065	0.002	9.45E-06	0.000	0.998	1.000	0.000	0.0001	0.0087	0.0003	1.000	0.992	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.24 Masas participativas sin disipadores

Masas efectivas participativas		
Sum Ux	0.998	Si Cumple
Sum Uy	1.000	Si Cumple
Sum Rx	1.000	Si Cumple
Sum Ry	0.992	Si Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.25 Resultado modal espectral con disipador SLB

Nivel	Caso	Modos	Periodo "T" (seg)	Masa Participativa			Sum Ux	Sum Uy	Sum Uz	Masa Participativa			Sum Rx	Sum Ry	Sum Rz
				Ux	Uy	Uz				Rx	Ry	Rz			
1	Modal	1	0.554	0.7425	0.076	0.000	0.743	0.076	0.000	0.0165	0.1755	0.0343	0.017	0.176	0.034
	Modal	2	0.477	0.0823	0.8254	0.000	0.825	0.901	0.000	0.1042	0.0123	4.88E-05	0.121	0.188	0.034
	Modal	3	0.363	0.0388	0.0034	0.000	0.864	0.905	0.000	3.85E-06	0.0113	0.8615	0.121	0.199	0.896
2	Modal	4	0.187	0.0981	0.0102	0.000	0.962	0.915	0.000	0.0743	0.5777	0.0096	0.195	0.777	0.905
	Modal	5	0.164	0.0067	0.0742	0.000	0.968	0.989	0.000	0.7583	0.0723	0.0003	0.953	0.849	0.906
	Modal	6	0.127	0.0027	0.0004	0.000	0.971	0.990	0.000	0.0068	0.0166	0.0828	0.960	0.866	0.989
3	Modal	7	0.108	0.0166	3.97E-06	0.000	0.988	0.990	0.000	0.0002	0.0849	0.0006	0.960	0.951	0.989
	Modal	8	0.091	0.0001	0.008	0.000	0.988	0.998	0.000	0.0188	0.0004	0.0002	0.979	0.951	0.989
	Modal	9	0.074	0.0022	0.0002	0.000	0.990	0.998	0.000	0.0009	0.0046	0.0063	0.980	0.956	0.996
4	Modal	10	0.067	2.06E-05	0.0017	0.000	0.990	1.000	0.000	0.0174	0	0.0004	0.997	0.956	0.996
	Modal	11	0.065	0.0047	3.71E-05	0.000	0.995	1.000	0.000	0.0004	0.019	0.001	0.998	0.975	0.997
	Modal	12	0.056	0	0.0004	0.000	0.995	1.000	0.000	0.002	2.52E-05	9.53E-06	1.000	0.975	0.997
5	Modal	13	0.051	0.0015	2.54E-06	0.000	0.996	1.000	0.000	0.0001	0.008	0.0022	1.000	0.983	0.999
	Modal	14	0.048	0.0012	9.22E-06	0.000	0.997	1.000	0.000	3.94E-05	0.0068	4.18E-05	1.000	0.989	0.999
	Modal	15	0.036	0.0026	6.87E-07	0.000	1.000	1.000	0.000	1.10E-05	0.0104	0.0006	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.26 Masas participativas con disipador SLB

Masas efectivas participativas		
Sum Ux	1.000	Si Cumple
Sum Uy	1.000	Si Cumple
Sum Rx	1.000	Si Cumple
Sum Ry	1.000	Si Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.27 Resultado modal espectral con disipador ADAS

Nivel	Caso	Modos	Periodo "T" (seg)	Masa Participativa			Sum Ux	Sum Uy	Sum Uz	Masa Participativa			Sum Rx	Sum Ry	Sum Rz
				Ux	Uy	Uz				Rx	Ry	Rz			
1	Modal	1	0.587	0.7465	0.0824	0	0.747	0.082	0.000	0.0156	0.1635	0.0346	0.016	0.164	0.035
	Modal	2	0.516	0.0876	0.8278	0	0.834	0.910	0.000	0.0944	0.0127	0.0001	0.110	0.176	0.035
	Modal	3	0.394	0.039	0.0033	0	0.873	0.914	0.000	1.44E-05	0.0122	0.8721	0.110	0.188	0.907
2	Modal	4	0.196	0.0888	0.0101	0	0.962	0.924	0.000	0.087	0.5796	0.0093	0.197	0.768	0.916
	Modal	5	0.175	0.0073	0.0662	0	0.969	0.990	0.000	0.7573	0.0825	0.0002	0.954	0.851	0.916
	Modal	6	0.137	0.0023	0.0004	0	0.972	0.990	0.000	0.0074	0.0164	0.0732	0.962	0.867	0.990
	Modal	7	0.113	0.0159	3.66E-06	0	0.987	0.990	0.000	0.0001	0.0819	0.0005	0.962	0.949	0.990
3	Modal	8	0.098	0.0001	0.0074	0	0.988	0.998	0.000	0.0164	0.0004	0.0002	0.978	0.949	0.990
	Modal	9	0.08	0.002	0.0002	0	0.990	0.998	0.000	0.0008	0.0036	0.0062	0.979	0.953	0.996
4	Modal	10	0.072	0	0.0016	0	0.990	0.999	0.000	0.0178	0.0001	0.0003	0.997	0.953	0.997
	Modal	11	0.069	0.0047	0.0001	0	0.994	1.000	0.000	0.0007	0.018	0.0007	0.998	0.971	0.997
	Modal	12	0.06	6.61E-06	0.0004	0	0.994	1.000	0.000	0.0022	0.0001	3.68E-06	1.000	0.971	0.997
5	Modal	13	0.055	0.0019	5.12E-06	0	0.996	1.000	0.000	0.0001	0.0099	0.0021	1.000	0.981	1.000
	Modal	14	0.051	0.0012	1.51E-05	0	0.997	1.000	0.000	0.0001	0.0072	2.70E-05	1.000	0.988	1.000
	Modal	15	0.037	0.0029	6.55E-07	0	1.000	1.000	0.000	1.02E-05	0.0119	0.0006	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.28 Masas participativas con disipador ADAS

Masas efectivas participativas		
Sum Ux	1.000	Si Cumple
Sum Uy	1.000	Si Cumple
Sum Rx	1.000	Si Cumple
Sum Ry	1.000	Si Cumple

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Estimación de las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía.

1. Fuerza cortante mínima.

Según el RNE E.030, en el capítulo 29 “Análisis dinámico modal espectral”, en el punto 29.4 “Fuerza cortante mínima”, Para cada dirección estimada en el análisis, la fuerza cortante del primer entrepiso del edificio no debe ser inferior al 80% en estructuras regulares y el 90% en estructuras irregulares.

Estructura Regular si: $V_{\text{dinámico}} < 0.80V_{\text{estático}} \rightarrow$ No Cumple

Estructura Irregular si: $V_{\text{dinámico}} < 0.90V_{\text{estático}} \rightarrow$ No Cumple

Tabla 3.29 Verificación de fuerza cortante mínima sin disipadores

Verificación de Fuerza Cortante Mínima						
Dirección de Análisis	Vestático (Ton)	Vdinámico (Ton)	Tipo de Estructura	Caso I	Verificación	Factor de Escala
Dirección X-X	101.34	106.20	Regular	1.048	Si Cumple	-
Dirección Y-Y	112.60	101.38	Irregular	0.900	Si Cumple	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.30 Verificación de fuerza cortante mínima con disipador SLB

Verificación de Fuerza Cortante Mínima						
Dirección de Análisis	Vestático (Ton)	Vdinámico (Ton)	Tipo de Estructura	Caso I	Verificación	Factor de Escala
Dirección X-X	102.64	177.36	Regular	1.728	Si Cumple	-
Dirección Y-Y	114.04	216.73	Irregular	1.900	Si Cumple	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.31 Verificación de fuerza cortante mínima con disipador ADAS

Verificación de Fuerza Cortante Mínima						
Dirección de Análisis	Vestático (Ton)	Vdinámico (Ton)	Tipo de Estructura	Caso I	Verificación	Factor de Escala
Dirección X-X	102.33	179.17	Regular	1.751	Si Cumple	-
Dirección Y-Y	113.69	218.37	Irregular	1.921	Si Cumple	-

Fuente: Elaboración propia

2. máximas derivas sin disipadores.

Para conseguir las derivas máximas sin el reforzamiento de los disipadores se empleará el uso de la norma E.030, en el capítulo 5 “Requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad”, en su artículo 32 “Desplazamientos laterales relativos máximos admisibles”, Indica que, para los desplazamientos entre pisos, se reducirá por un factor de 0.75R en estructuras regulares y 0.85R en estructuras irregulares.

$0.85 \times 7.20 = 6.12$ (por ser una estructura irregular en Y).

$0.75 \times 8 = 6$ (por ser una estructura regular en X).

Tabla 3.32 Derivas de entre piso sin disipadores - Dirección X

Análisis en Dirección X-X					
N° de Piso	Norma E.030		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ absoluto (m)	Δ relativo (m)			
5	0.4529	0.0362	2.80	0.0129	No Cumple, Verificar
4	0.4168	0.0408	2.80	0.0146	No Cumple, Verificar
3	0.3759	0.0727	2.80	0.0260	No Cumple, Verificar
2	0.3032	0.0944	2.80	0.0337	No Cumple, Verificar
1	0.2088	0.2088	4.40	0.0474	No Cumple, Verificar
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración propia

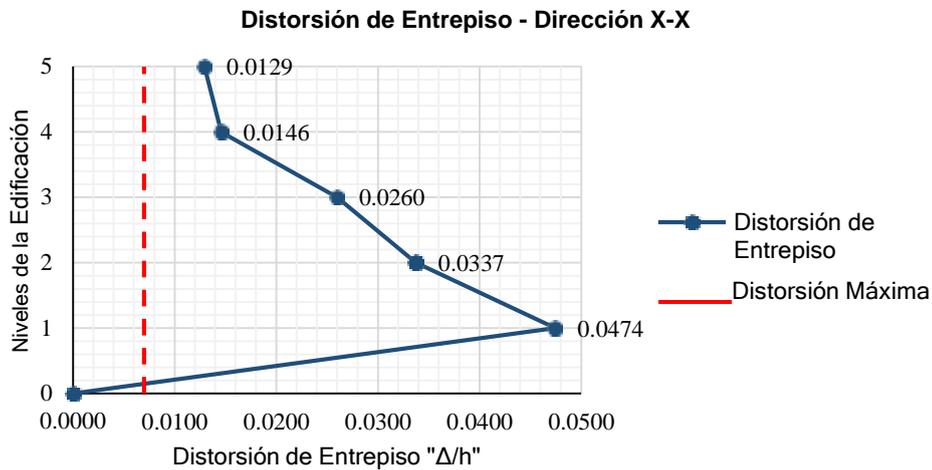


Figura 3.11 Derivas máximas sin reforzamiento - Dirección X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.33 Derivas de entre piso sin disipadores - Dirección Y

N° de Piso	Norma E.030		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ absoluto (m)	Δ relativo (m)			
5	0.4188	0.0306	2.80	0.0109	No Cumple, Verificar
4	0.3881	0.0425	2.80	0.0152	No Cumple, Verificar
3	0.3457	0.0702	2.80	0.0251	No Cumple, Verificar
2	0.2754	0.0854	2.80	0.0305	No Cumple, Verificar
1	0.1900	0.1900	4.40	0.0432	No Cumple, Verificar
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración propia

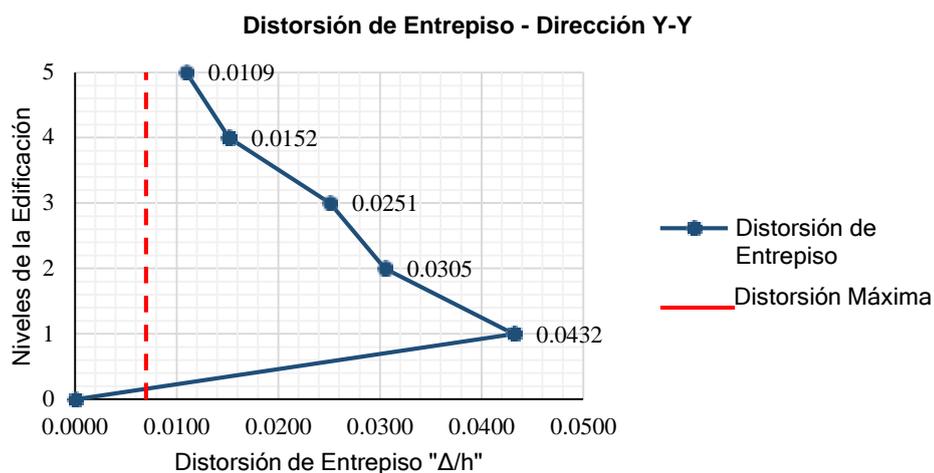


Figura 3.12 Derivas máximas sin reforzamiento - Dirección Y

Fuente: Elaboración propia

3. Diseño del disipador SLB y ADAS.

Dado que la estructura supera las derivas máximas en varios entrepisos, de lo admisible según la norma del RNE E.030, llevamos a cabo el diseño y la ubicación de los disipadores de energía de tipos SLB (shear link bozzo) y ADAS (Additional Damping and Rigidity), sobre el plano del edificio para que tenga una respuesta adecuada y cumpla con las derivas máximas. Los disipadores se colocarán en los niveles donde se hayan producido las mayores derivas, en el que las luces entre columnas son más largas y esbeltas, situados en el perímetro de la estructura para no perturbar la circulación de los habitantes en el interior de la vivienda. Se evaluó colocar los disipadores en el eje E, eje A, eje 1, eje 3 como se observa.

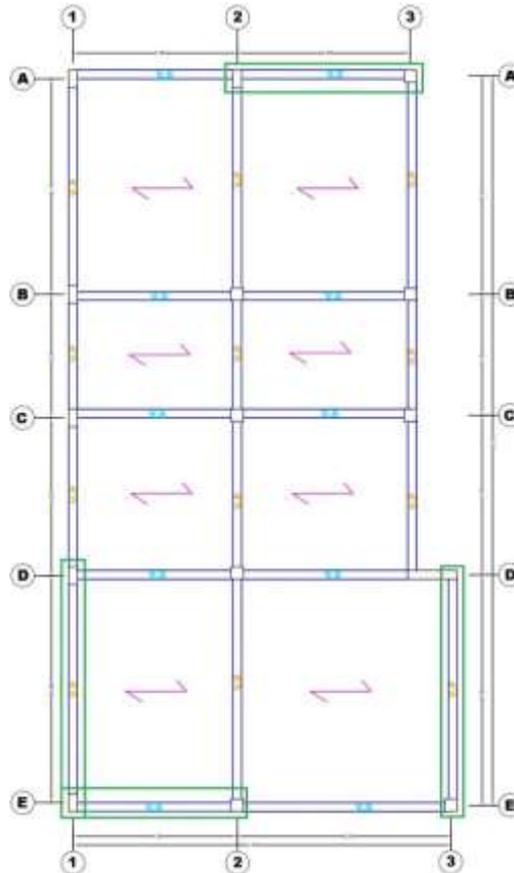


Figura 3.13 Ubicación de los disipadores SLB y ADAS en planta

Fuente: Elaboración propia

4. Propiedades del disipador SLB3 25_9.

Para seleccionar el tipo de disipador SLB de tercera generación se realizó un proceso iterativo, este disipador cuenta con el detalle de conexión peine que le proporciona mejor estabilidad es su comportamiento, se estimó la figura N° 2.8 propiedades del dispositivo y asignando el tipo SLB3 25_9 considerando su parámetro de diseño y comportamiento para un análisis no lineal, con el objetivo de cumplir con las derivas máximas permitidas de la normativa, estos parámetros servirán para el análisis del disipador en su capacidad de disipar energía mediante el cual estará sometido ante un sismo.

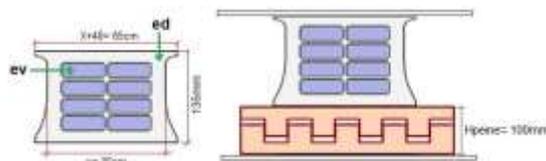


Figura 3.14 Propiedades del disipador histérico SLB3 25_9

Fuente: Elaboración propia

K1= 7711.07kn/cm	Rigidez inicial
K2= 120.73Kn/cm	Rigidez post-plastificación
Dy= 0.605mm	Desplazamiento de plastificación
h= 135mm	Altura del disipador
X= 25cm	Ancho del disipador
ed= 25mm	Espesor del marco del disipador
ev= 9mm	Espesor de la ventana
Fy= 446.40kn	Fuerza de plastificación
Fmax= 834.90Kn	Fuerza máxima
Ed= 1145. 71Kn.cm	Energía disipada

Después que se seleccionó el disipador SLB3 25_9, se establecen sus propiedades lineales y no lineales, que se indican en los parámetros de diseño de acuerdo con la Tabla N° 2.8. Se determina el modelo de tipo plastic (Wen) para su representación no lineal del disipador, se fijaron estas propiedades en la dirección del elemento Link en relación a la dirección del análisis sísmico.



Figura 3.15 Asignación del disipador histerético SLB3 25_9 en el Etabs

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.16 Propiedades del disipador hysterético SLB3 25_9 en el Etabs
Fuente: Elaboración propia

5. Definición de diagonales tipo chevron.

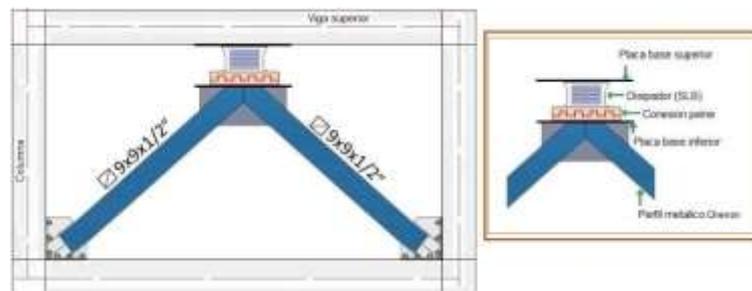


Figura 3.17 Disipador hysterético SLB3 25_9 + Diagonales Chevron
Fuente: Elaboración propia

Se estima que el sistema de arriostramiento actúa juntamente con el disipador SLB, el perfil es de tubo rectangular fabricada en acero A36, con esfuerzo de fluencia de $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$. Para este análisis se tomó la diagonal más cargado.

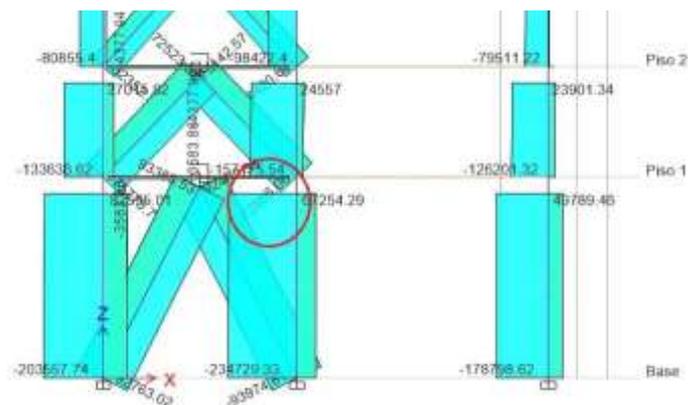


Figura 3.18 Fuerzas axiales en diagonales Chevron, piso 2 - Eje E
Fuente: Elaboración propia

Propiedades de la sección HSS 9" X 9" X 1/2"

$$E= 2039000.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A= 98.70 \text{ cm}^2$$

$$I_x= 7620.00 \text{ cm}^4$$

$$r_x= 8.760 \text{ cm}$$

$$L= 414 \text{ cm}$$

$$b/t= 19.37$$

Verificación de la compacidad sísmica de la sección: se hará la verificación según la ecuación 2.11

$$1.18\sqrt{\frac{2039000.00}{8.760 * 2530.00}} = 11.31 < \frac{b}{t} = 19.37$$

Por lo tanto, la sección es compatible.

Relación de esbeltez: Según la ecuación 2.12, se considerará $K= 1$

$$\frac{414}{8.760} = 47.26 < 200 \text{ Cumple.}!$$

Verificación por tensión: Según la ecuación 2.13, la fuerza axial máxima de la diagonal según el Etabs.

$$P_u = P_t = 72886.06 \text{ Kg}$$

$$F_{yt} = \frac{72886.06}{98.70} = 738.46 < F_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2$$

En consecuencia, la tensión máxima no produce la fluencia en la sección.

Verificación por compresión (esfuerzo de pandeo elástico): Según la ecuación 2.14, se tiene.

$$F_e = \frac{\pi^2(2039000.00)}{\left(\frac{414}{8.760}\right)^2} = 9009.99 \text{ Kg/cm}$$

Esfuerzo de pandeo por flexión: Se determinará según las ecuaciones 2.15, 2.16, 2.17

$$4.71\sqrt{\frac{2039000.00}{2530.00}} = 133.71 > 47.26$$

$$\therefore F_{cr} = (0.658^{\frac{2530.00}{9009.99}}) \times 2530.00 = 2249.46 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi_c F_{cr} = 0.887(2249.46) = 1995.27$$

Verificación por resistencia nominal: Se determinará con la ecuación 2.18

$$P_n = 196933.149 \text{ Kg} > P_u = 72886.06 \text{ kg}$$

De modo que, la carga de compresión máxima debida a la fuerza de corte (envolvente) no ocasiona pandeo inelástico en el dissipador.

Se definió un elemento Frame para el caso de la estructura reforzada con dissipadores de tipo SLB por medio de las diagonales de tipo Chevron con su respectiva propiedad establecida de sección HSS 9" X 9" X 1/2" de la siguiente manera.



Figura 3.19 Asignación del diagonal tipo chevron en el Etabs

Fuente: Elaboración propia

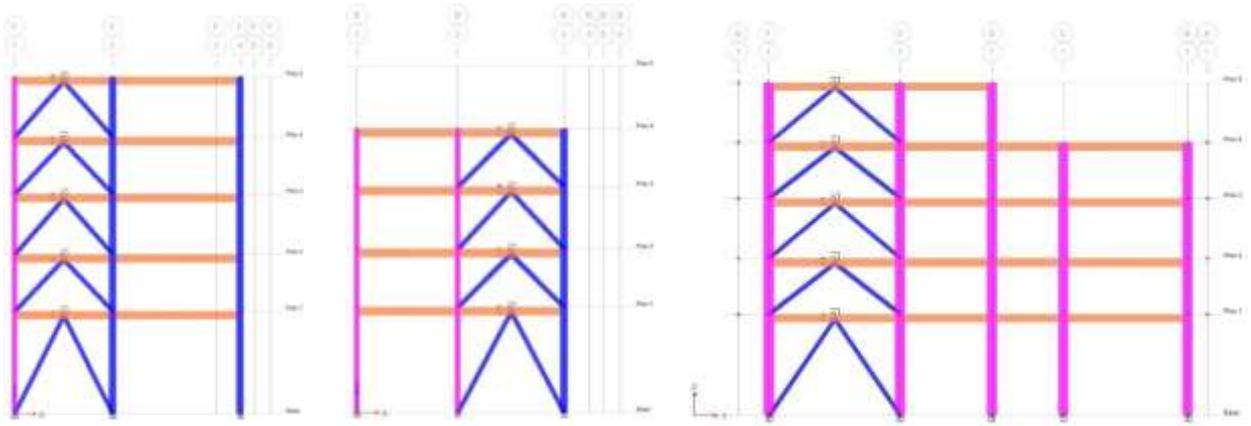


Figura 3.20 Ubicación de los disipadores SLB en altura, Direcciones X-Y

Fuente: Elaboración propia

6. máximas derivas con disipadores SLB.

Después de colocar los disipadores de energía SLB sobre el edificio, se revisó la distorsión de entre pisos (ver tablas N° 3.34 y 3.35). Según la norma E.030, se debe estimar un admisible de 0,007 para estructuras de concreto armado y asegurar que la estructura cumpla con este requisito. Seguidamente se muestra la vista en 3D de la edificación de 5 pisos con la adición de los disipadores SLB y las diagonales de tipo chevron.

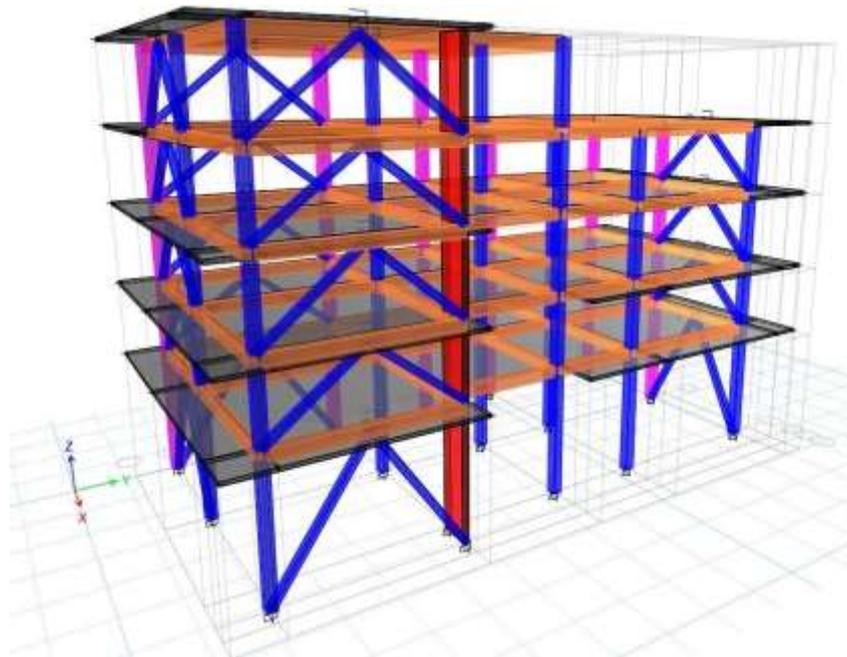


Figura 3.21 Vista en 3D de la estructura con disipadores SLB + Diagonales chevron

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.34 Derivas de entre piso con disipador SLB - Dirección X

Análisis en Dirección X-X					
N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ absoluto (m)	Δ relativo (m)			
5	0.0847	0.0126	2.80	0.0045	Si Cumple
4	0.0720	0.0147	2.80	0.0053	Si Cumple
3	0.0573	0.0169	2.80	0.0061	Si Cumple
2	0.0403	0.0182	2.80	0.0065	Si Cumple
1	0.0221	0.0221	4.40	0.0050	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración propia

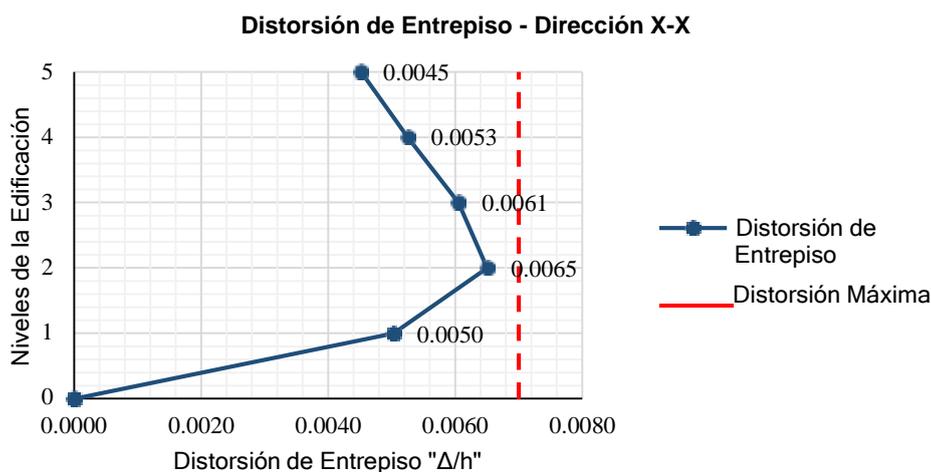


Figura 3.22 Derivas máximas con reforzamiento SLB - Dirección X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.35 Derivas de entre piso con disipador SLB - Dirección Y

Análisis en Dirección Y-Y					
N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ absoluto (m)	Δ relativo (m)			
5	0.0615	0.0066	2.80	0.0023	Si Cumple
4	0.0549	0.0086	2.80	0.0031	Si Cumple
3	0.0463	0.0119	2.80	0.0042	Si Cumple
2	0.0345	0.0122	2.80	0.0044	Si Cumple
1	0.0222	0.0222	4.40	0.0051	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración propia

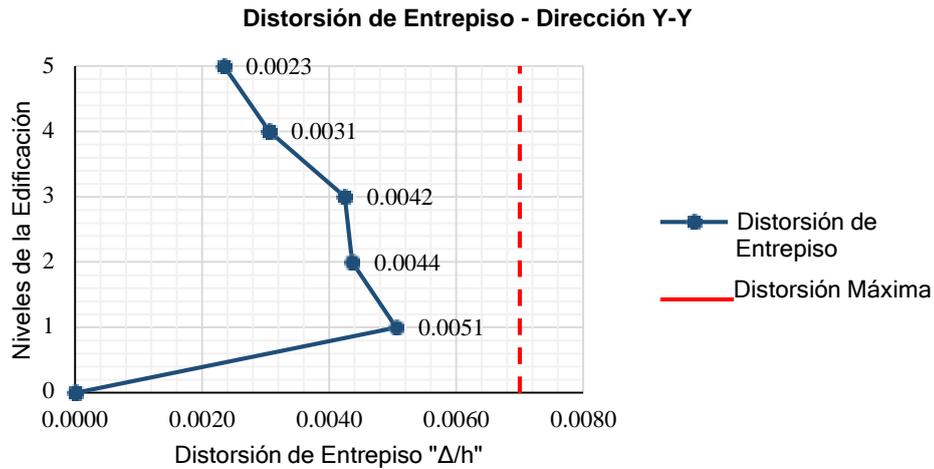


Figura 3.23 Derivas máximas con reforzamiento SLB - Dirección Y

Fuente: Elaboración propia

7. Propiedades del disipador ADAS.

En la selección del tipo de disipador ADAS, que consiste en un número definido de placas de acero colocadas en paralelo, conectada entre diagonales de tipo BRB establecidos en un marco rígido que le proporciona mejor estabilidad es su comportamiento, como se aprecia las figuras N° 3.21 y N° 3.24 se considera su característica mecánica a partir de las propiedades del material, con el objetivo de cumplir con las derivas máximas permitidas de la normativa, estos parámetros servirán para el análisis del disipador en su capacidad de disipar energía mediante el cual estará sometido ante un sismo.

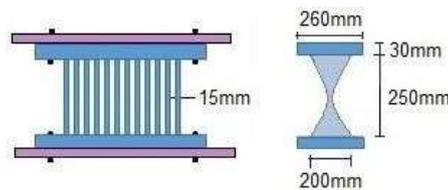


Figura 3.24 Propiedades del disipador histerético ADAS

Fuente: Elaboración propia

N= 12	N° de placas utilizadas
b= 200 mm	Ancho de la placa en la base
t= 15 mm	Espesor de placa
h= 250 mm	Altura del disipador

$E = 2030000 \text{ Kg/cm}^2$ Modulo de elasticidad del material del disipador

$F_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2$ Esfuerzo de fluencia del material del disipador (acero A36)

$\alpha = 0.05$ Coeficiente de rigidez pos-elástica

Rigidez elástica del dispositivo: Se usará las ecuaciones mencionada según 2.1

$$Kd = \frac{2(12)(2030000)(200)}{3} \left(\frac{15}{250}\right)^3 = 7015680 \rightarrow 6880.03 \text{ kn/cm}$$

Fuerza de fluencia del disipador: Se usará la ecuación mencionada según 2.2

$$P_y = \frac{2530(200)(15)^2(12)}{3(250)} = 18216.00 \rightarrow 178.64 \text{ kn}$$

Fuerza plástica del disipador: Se usará la ecuación mencionada 2.3

$$P_p = \frac{2530(200)(15)^2(12)}{2(250)} = 27324.00 \rightarrow 267.96 \text{ kn}$$

Desplazamiento de fluencia del disipador: Se usará la ecuación mencionada 2.4

$$\Delta y = \frac{2530(250)^2}{2(2030000)(15)} = 0.26 \text{ cm} \rightarrow 0.0026 \text{ m}$$

Rotación global de fluencia del disipador: Se usará la ecuación mencionada 2.5

$$\gamma_y = \frac{f_y h}{2Et}$$

$$\gamma_y = \frac{2530(250)}{2(2030000)(15)} = 0.0010 \text{ m}$$

A continuación, se seleccionó el disipador ADAS, se establecen sus propiedades lineales y no lineales, que se indican en los parámetros de diseño de acuerdo a los resultados de las ecuaciones planteadas. Se determina el modelo de tipo plastic (Wen) para su representación no lineal del disipador, se fijaron estas propiedades en la dirección del elemento Link en relación a la dirección del análisis sísmico.

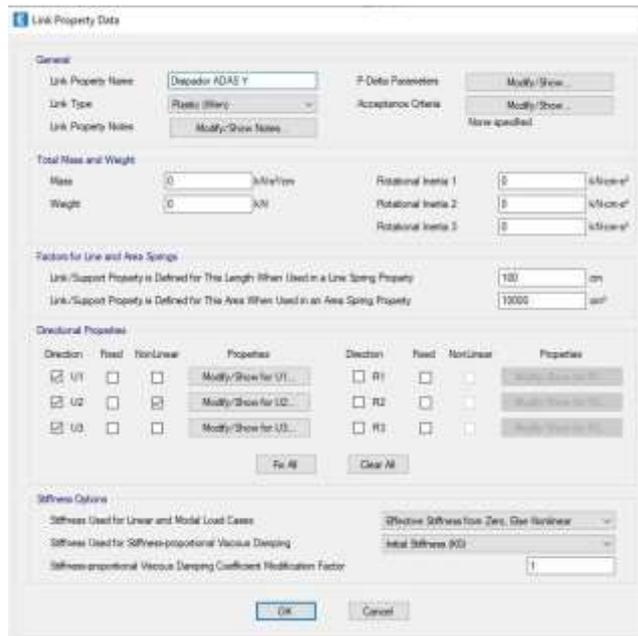


Figura 3.25 Asignación del disipador histerético ADAS en el Etabs

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.26 Propiedades del disipador histerético ADAS en el Etabs

Fuente: Elaboración propia

8. Definición de diagonales tipo BRB.

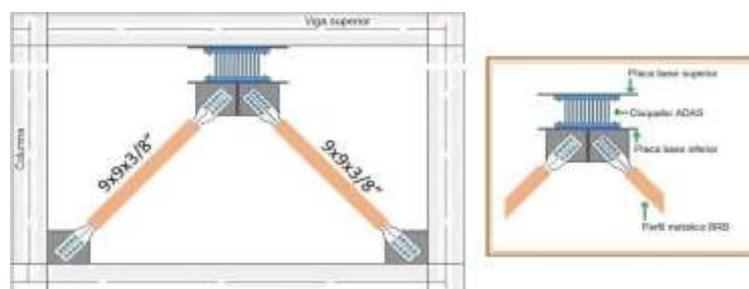


Figura 3.27 Disipador histerético ADAS + Diagonales BRB

Fuente: Elaboración propia

Se considera el sistema de arriostramiento tipo BRB actúa con el disipador ADAS, se propone que el sistema se mantiene elásticamente en el transcurso del tiempo y que no existe pandeo.

$$A = 76.10 \text{ cm}^2$$

$$E = 2030000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L = 4.14 \text{ m}$$

Conforme a la resistencia del arriostramiento es el siguiente, donde C es su resistencia a la compresión y T es su resistencia a la tracción. Los valores de ω y β se consiguen directa o indirectamente de las pruebas de los ensayos. Para el caso de riostras fabricadas, normalmente el fabricante proporciona estos valores del conjunto de pruebas realizadas correspondientes al tipo de riostras, asumiendo que el tipo de riostra ha sido bien probado primero sobre las respectivas deformaciones al 2% de su deriva plástica. Para este nivel de deformación se asumirán los siguientes valores de $\omega = 1.40$ y $\beta = 1.10$. Como lo comentado antes, en este ejemplo, se supondrá que el material del núcleo de la riostra se define como acero A36 $F_{ysc} = 2531,00 \text{ kg/cm}^2$. R_y es el factor de resistencia del material usado para la capacidad de diseño es de 1.50.

Resistencia de la riostra a compresión: Se determinará según la ecuación 2.6

$$C = \beta \omega R_y P_{ysc}$$

$$C = (1.10)(1.40)(1.50)(192609.10)$$

$$C = 444927.02 \text{ kg/cm}$$

Resistencia de la riostra a tracción: Se determinará según la ecuación 2.7

$$T = \omega R_y P_{ysc}$$

$$T = (1.40)(1.50)(192609.10)$$

$$T = 404479.11 \text{ kg/cm}$$

Límite elástico axial del núcleo de acero: Se determinará según 2.8

$$P_{ysc} = F_{ysc} A_{sc}$$

$$P_{y_{sc}} = 2531.00(76.10)$$

$$P_{y_{sc}} = 192609.10 \text{ kg/cm}$$

Se definió un elemento Frame para el caso de la estructura reforzada con disipadores de tipo ADAS mediante las diagonales de tipo BRB con su respectiva propiedad establecida de sección HSS 9" X 9" X 3/8", por su parte se aplica el tipo del núcleo de acero, se fija el espesor y el ancho efectivo, de la siguiente manera.

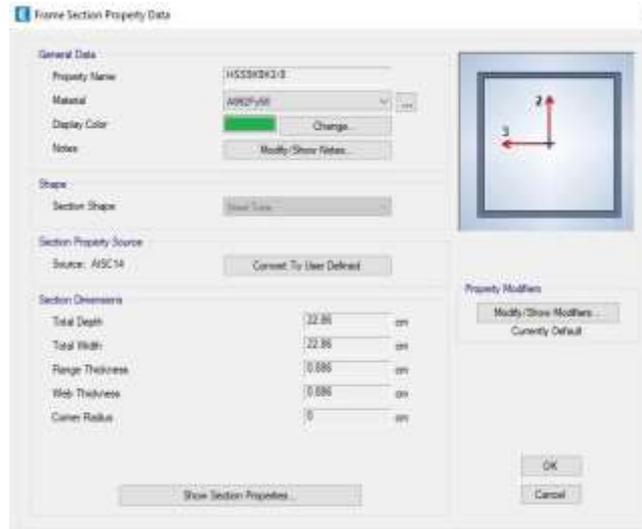


Figura 3.28 Asignación del diagonal tipo BRB en el Etabs

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.29 Asignación de placa de acero típico BRB en el Etabs

Fuente: Elaboración propia

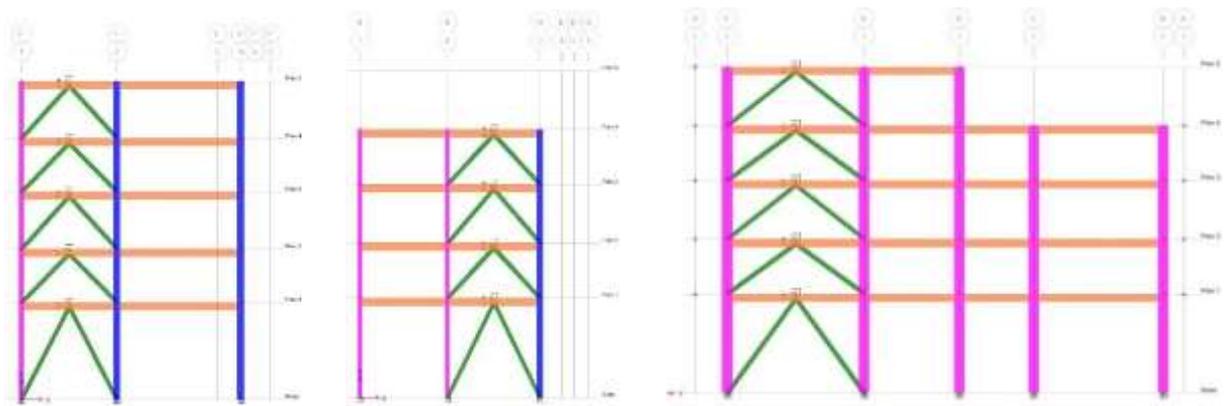


Figura 3.30 Ubicación de los disipadores ADAS en altura, Direcciones X-Y

Fuente: Elaboración propia

9. máximas derivas con disipadores ADAS.

Después de colocar los disipadores de energía ADAS sobre el edificio, se revisó la distorsión de entre pisos (ver tablas N° 3.36 y 3.37). Según la norma E.030, se debe estimar un admisible de 0,007 para estructuras de concreto armado y asegurar que la estructura cumpla con este requisito. Seguidamente se muestra la vista en 3D de la edificación de 5 pisos con la adición de los disipadores ADAS y las diagonales tipo BRB.

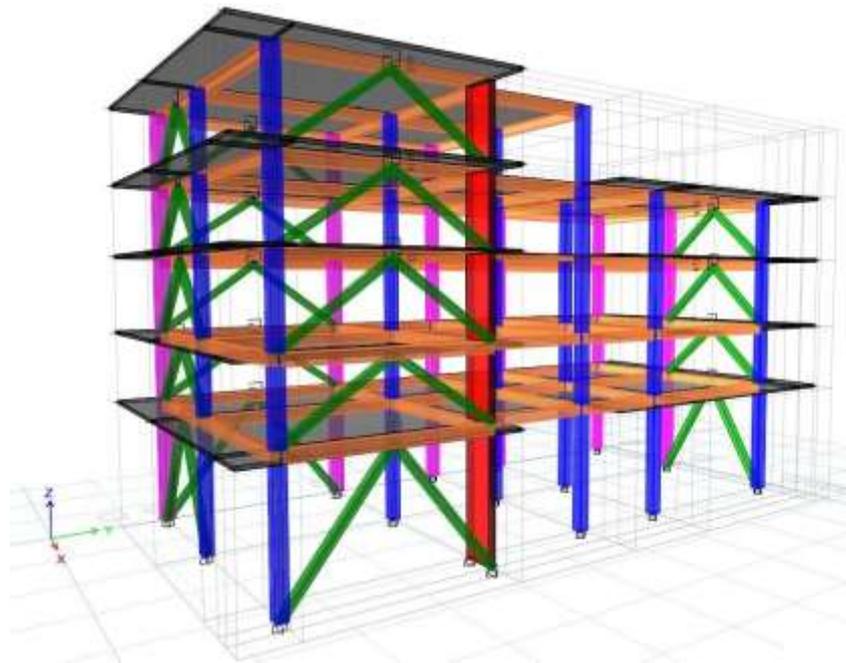


Figura 3.31 Vista en 3D de la estructura con disipadores ADAS + Diagonales BRB

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.36 Derivas de entre piso con disipador ADAS - Dirección X

Análisis en Dirección X-X					
N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ absoluto (m)	Δ relativo (m)			
5	0.0890	0.0123	2.80	0.0044	Si Cumple
4	0.0766	0.0149	2.80	0.0053	Si Cumple
3	0.0618	0.0176	2.80	0.0063	Si Cumple
2	0.0442	0.0193	2.80	0.0069	Si Cumple
1	0.0245	0.0245	4.40	0.0056	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración propia

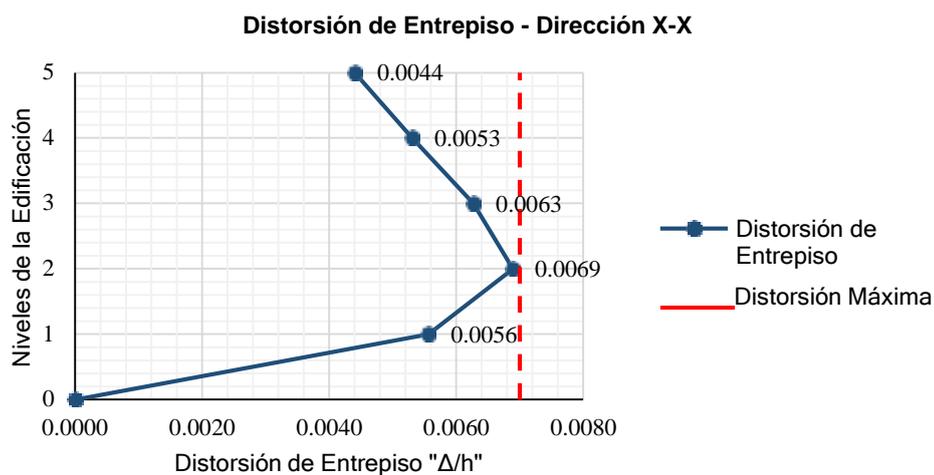


Figura 3.32 Derivas máximas con reforzamiento ADAS - Dirección X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.37 Derivas de entre piso con disipador ADAS - Dirección Y

Análisis en Dirección Y-Y					
N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ absoluto (m)	Δ relativo (m)			
5	0.0655	0.0064	2.80	0.0023	Si Cumple
4	0.0591	0.0086	2.80	0.0031	Si Cumple
3	0.0505	0.0123	2.80	0.0044	Si Cumple
2	0.0382	0.0130	2.80	0.0046	Si Cumple
1	0.0252	0.0252	4.40	0.0057	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración propia

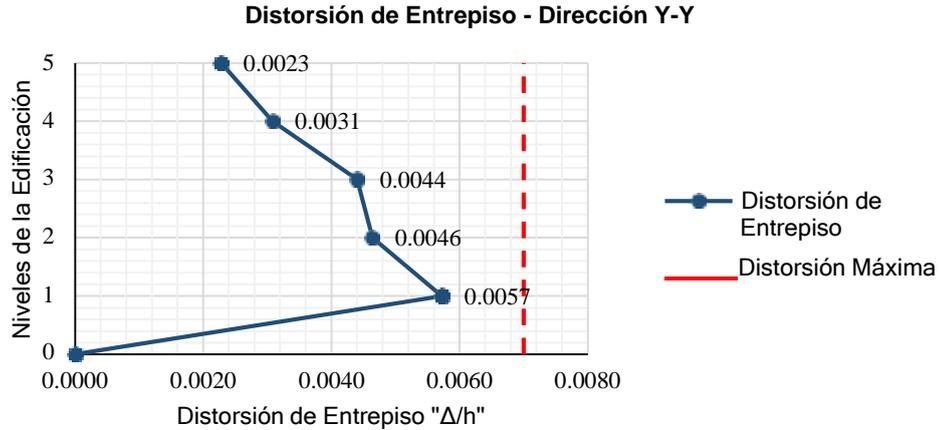


Figura 3.33 Derivas máximas con reforzamiento ADAS - Dirección Y

Fuente: Elaboración propia

3.6.3 Análisis de las respuestas energéticas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía.

1. Verificación del análisis tiempo - historia no lineal dinámico.

Según la norma RNE E.030, en el capítulo 4 “Análisis estructural”, en el artículo 30 “Análisis dinámico tiempo – historia”, este método se puede utilizar en conjunto con otros análisis establecidos, pertenece al modelo dinámico y se puede determinar el comportamiento sobre los elementos estructurales, así como el comportamiento de los disipadores en respuesta a un sismo real.

2. Registros sísmicos a usar en el análisis.

A su vez en este mismo capítulo en el punto 30.1 “Registros de aceleración” menciona que, para este análisis, se usaran tres registros de conjuntos de aceleraciones del suelo como mínimo, cada uno de ellos consta de dos componentes en direcciones ortogonales.

Se tomaron estos registros sísmicos por su tamaño de magnitud y cercanía hacia la zona estudio, se eligió 3 registros sísmicos ocurridos y localizados según su evento que tuvieron impacto significativo en el país, en la siguiente tabla se muestra los sismos elegidos para el presente análisis.

Tabla 3.38 Registros sísmicos de uso en la simulación estructural

N°	Ubicación de estación	Código de estación	Año	Magnitud	Intervalo	N° de puntos	Máxima aceleración	Fuente
1	Arequipa	AQP002	2005	7.2 ML	0.005	35638	-138.5	IGP
2	Tacna	TAC003	2015	6.2 ML	0.005	19037	-54.47	IGP
3	Lima	PRQ	1966	8.1 Mw	0.020	3320	-268.24	IGP

Fuente: Elaboración propia

El archivo a elegir es de modelo texto (txt) del registro sísmico que se requiere simular, se procede a situar el intervalo de tiempo, el número total de puntos, el proceso será el siguiente, como se muestra en la próxima figura N° 3.34. Para el registro sísmico inicial seleccionada, tenemos una función de tiempo - historia de Arequipa sucedido en el año 2005 con código de estación AQP002 con una magnitud local de 7,2 MI, intervalo de 0.005, para un total de 35.638 puntos, y una aceleración máxima de -138,5 cm/seg², obtenido del Instituto Geofísico del Perú (IGP).



Figura 3.34 Datos asignados mediante SEISMOSIGNAL, Arequipa 2005

Fuente: Elaboración propia

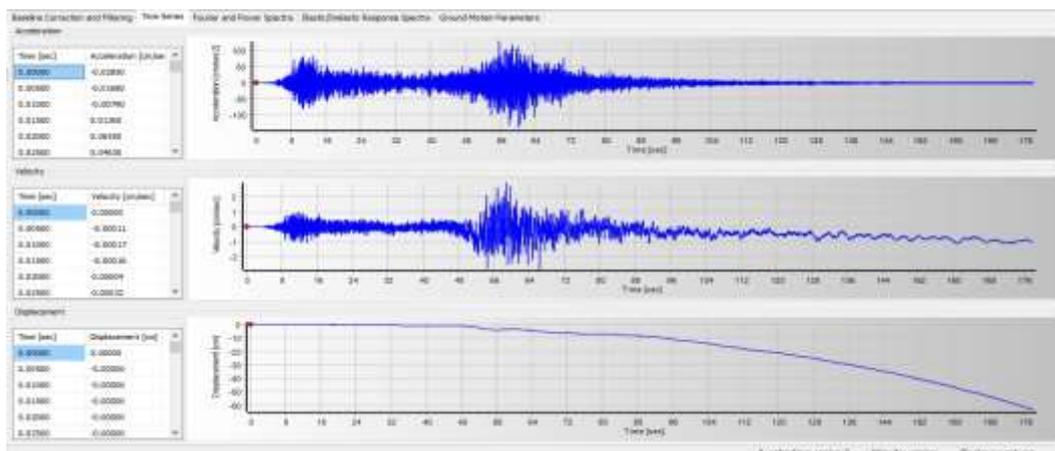


Figura 3.35 Acelerograma original E-W - Arequipa 2005

Fuente: Elaboración propia

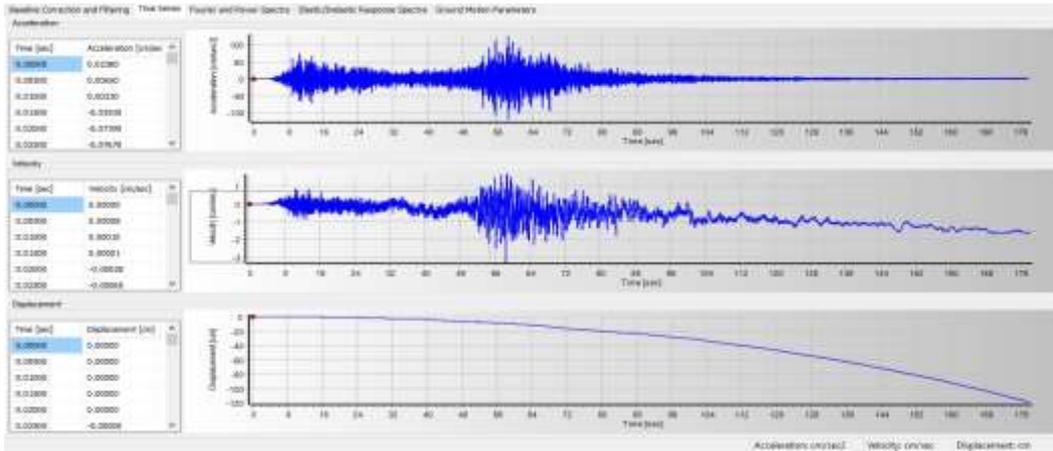


Figura 3.36 Acelerograma original N-S - Arequipa 2005

Fuente: Elaboración propia

Para el registro sísmico segundo seleccionado, tenemos una función de tiempo - historia de Tacna sucedido en el año 2015 con código de estación TAC003 con una magnitud local de 6.2 MW, intervalo de 0.005, para un total de 19037 puntos, y una aceleración máxima de -268.84cm/seg², obtenido del Instituto Geofísico del Perú (IGP).

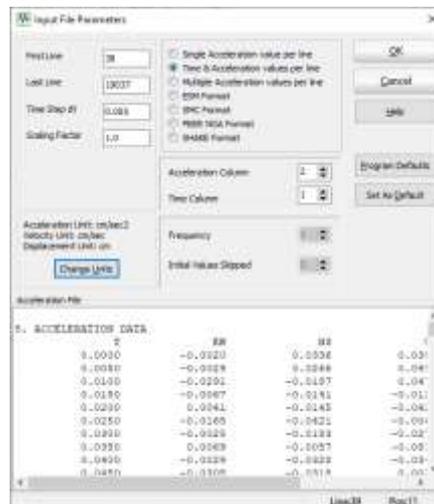


Figura 3.37 Datos asignados mediante SEISMOSIGNAL, Tacna 2015

Fuente: Elaboración propia

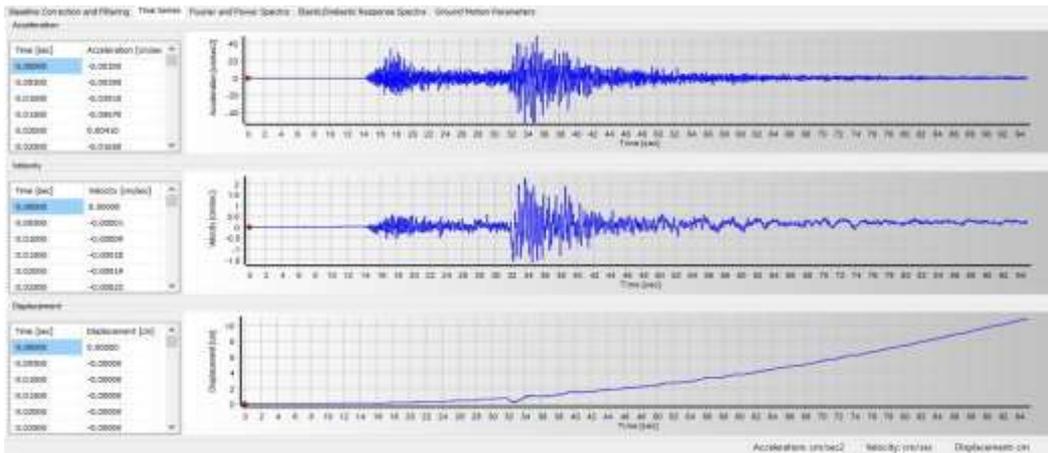


Figura 3.38 Acelerograma original E-W - Tacna 2015

Fuente: Elaboración propia

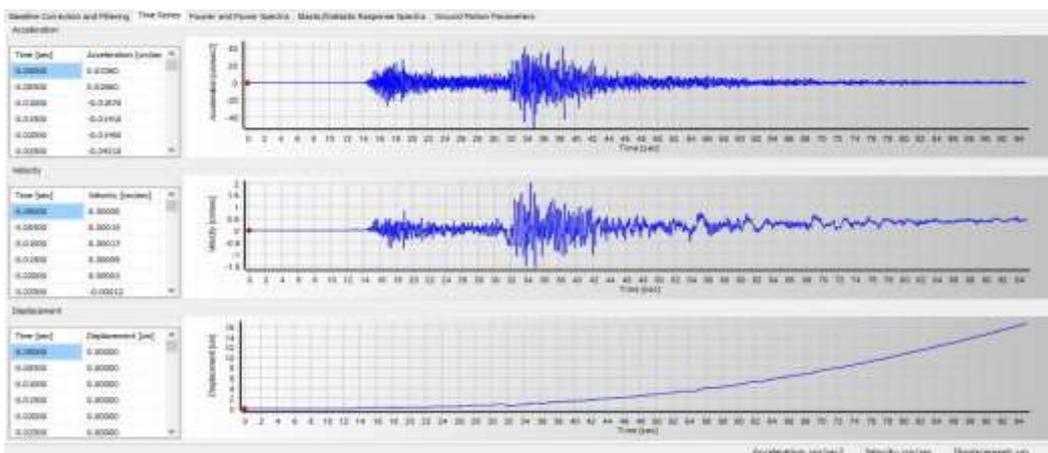


Figura 3.39 Acelerograma original N-S - Tacna 2015

Fuente: Elaboración propia

Para el registro sísmico tercero seleccionado, tenemos una función de tiempo - historia de Lima sucedido en el año 1966 con código de estación PQR con una magnitud local de 6.2 MI, intervalo de 0.02, para un total de 3320 puntos, y una aceleración máxima de $-54,47 \text{ cm/seg}^2$, obtenido del Instituto Geofísico del Perú (IGP).



Figura 3.40 Datos asignados mediante SEISMOSIGNAL, Lima 1966
Fuente: Elaboración propia

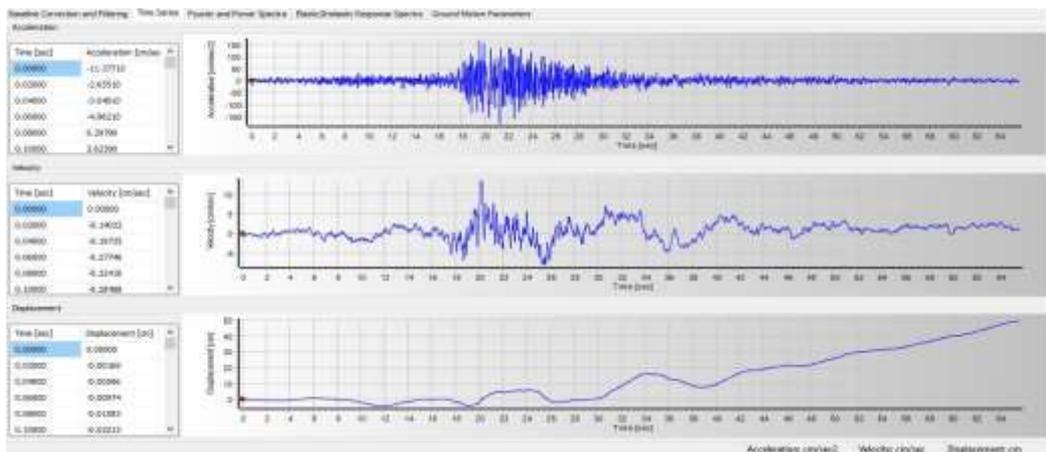


Figura 3.41 Acelerograma original E-W - Lima 1966
Fuente: Elaboración propia

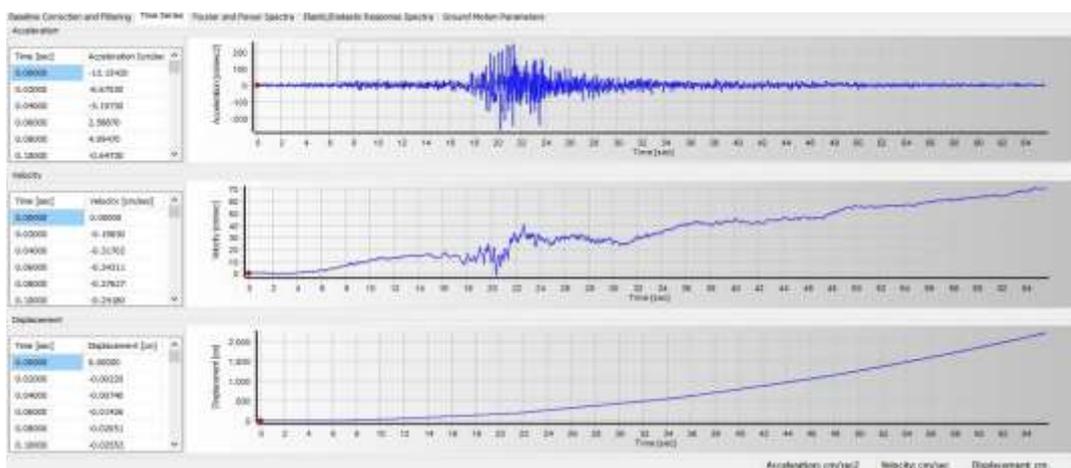


Figura 3.42 Acelerograma original N-S - Lima 1966
Fuente: Elaboración propia

3. Escalamiento de registros sísmicos.

Se estableció un espectro pseudo aceleraciones para conjugar con cada uno de estos tres registros sísmicos estandarizados según norma, contemplando un amortiguamiento del 5%, y a su vez se escalan estos registros por un mismo factor, estimando el rango de periodos de 0.2T a 1.5T máx. y $R = 1$

Para realizar este procedimiento se utilizaron los siguientes programas informáticos SEISMOSIGNAL, que se utilizó para el procesamiento de la señal del acelerograma de cada registro sísmico, a su vez el programa SIESMOMATCH, que se usó para relacionar los acelerogramas originales y escalar los registros ya corregidos con el espectro. De esta forma, el conjunto de registros de aceleraciones oscilará en torno al espectro de pseudo aceleración según la normativa RNE E.030

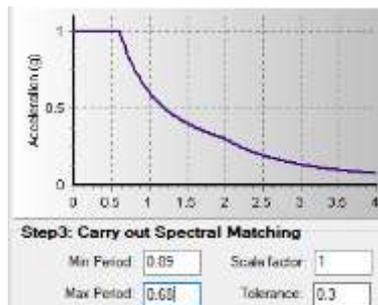


Figura 3.43 Espectro de respuesta escalado según norma E.030

Fuente: Elaboración propia

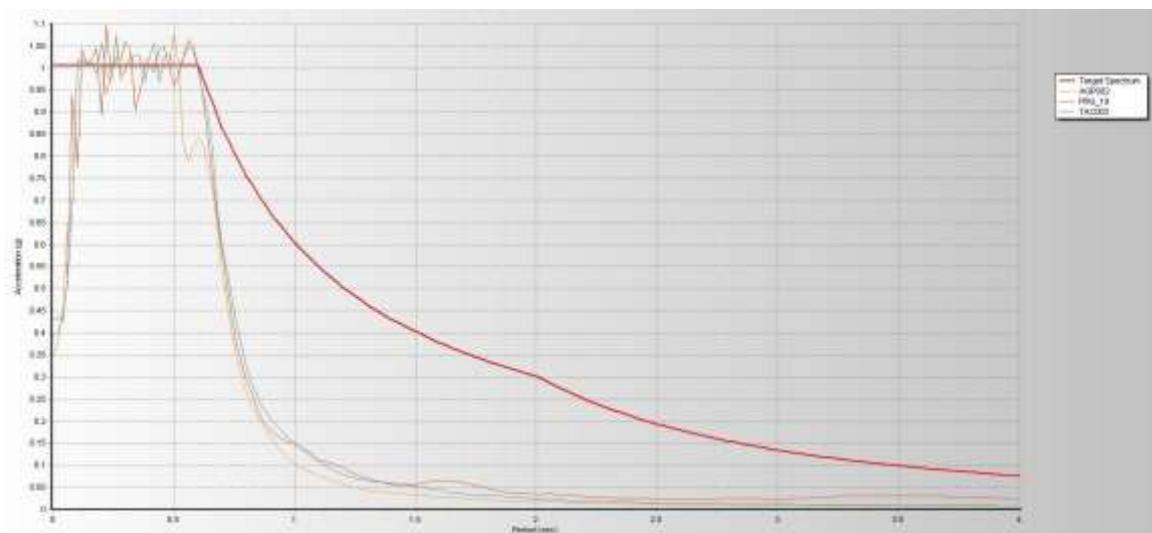


Figura 3.44 Escalamiento de registros sísmicos

Fuente: Elaboración propia

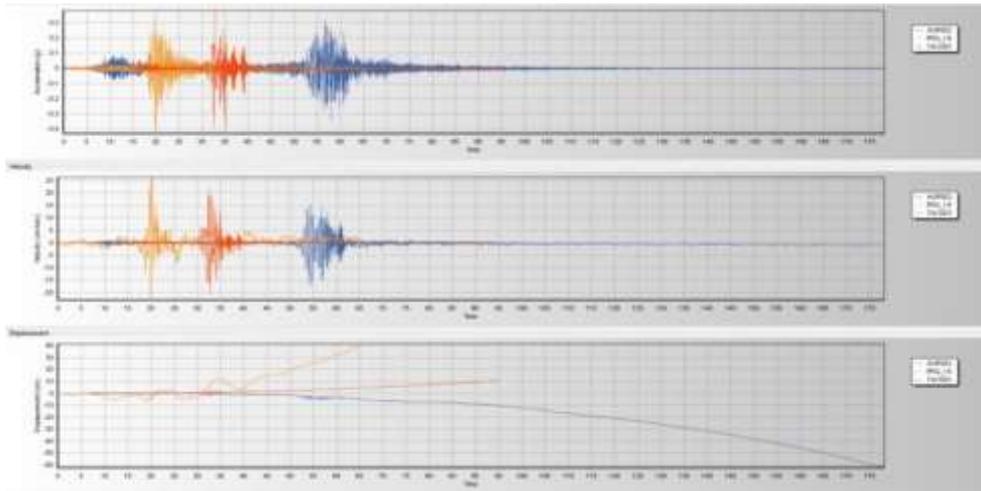


Figura 3.45 Relación de registros sísmicos originales

Fuente: Elaboración propia

4. Obtención de las curvas de histéresis para los disipadores SLB y ADAS.

Las curvas histeréticas significan la disipación de energía de los disipadores a través de su plastificación que ingresa al rango no lineal en relación con los sismos propuestos.

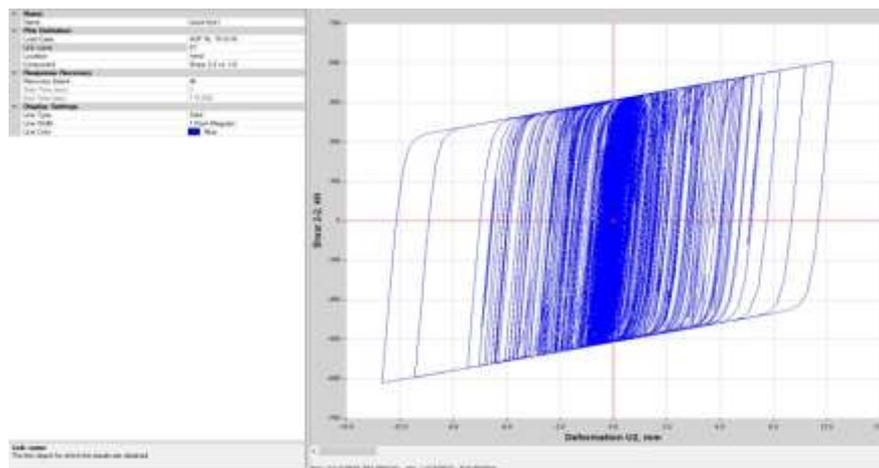


Figura 3.46 Curva histerética con SLB, Arequipa 2005 dirección E - W

Fuente: Elaboración propia

En el pre - diseño sobre el dispositivo SLB se asignó un $F_{max} = 834.90\text{Kn}$, y luego del análisis se puede notar que la fuerza máxima que puede soportar el dispositivo es $F_{max}: 607.760\text{Kn}$, con $D_{max}: 12,314\text{mm}$, en cuyo caso se confirma que el dispositivo mostrará su capacidad máxima con el evento sísmico respectivo.

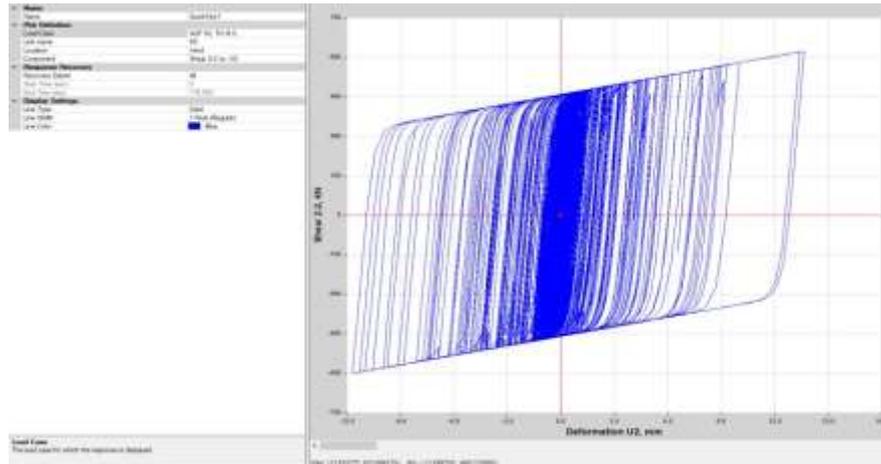


Figura 3.47 Curva histerética con SLB, Arequipa 2005 dirección N- S

Fuente: Elaboración propia

En el pre - diseño sobre el dispositivo SLB se asignó $F_{max} = 834.90\text{Kn}$, y luego del análisis se puede notar que la fuerza máxima que puede soportar el dispositivo es $F_{max}: 623.686\text{Kn}$, con $D_{max}: 13,633\text{mm}$, en cuyo caso se confirma que el dispositivo mostrará su capacidad máxima con el evento sísmico respectivo.

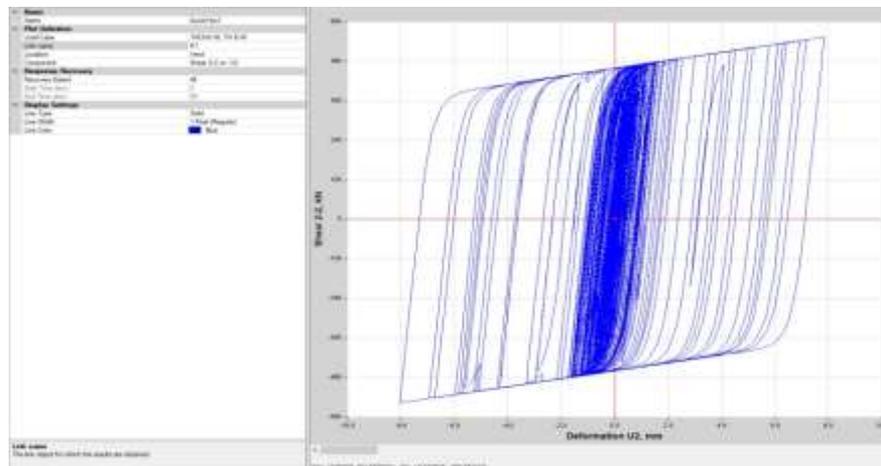


Figura 3.48 Curva histerética con SLB, Tacna 2015 dirección E - W

Fuente: Elaboración propia

En el pre - diseño sobre el dispositivo SLB se asignó $F_{max} = 834.90\text{Kn}$, y luego del análisis se puede notar que la fuerza máxima que puede soportar el dispositivo es $F_{max}: 553.661\text{Kn}$, con $D_{max}: 7.833\text{mm}$, en cuyo caso se confirma que el dispositivo mostrará su capacidad máxima con el evento sísmico respectivo.

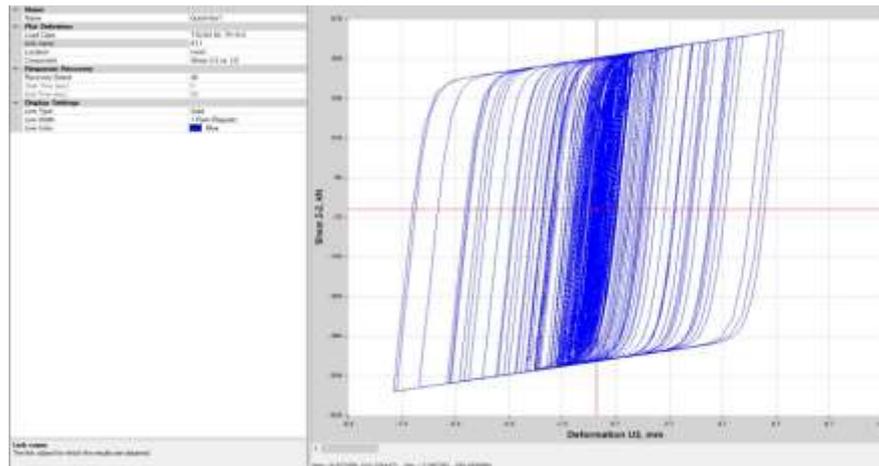


Figura 3.49 Curva histerética con SLB, Tacna 2015 dirección N - S

Fuente: Elaboración propia

En el pre - diseño sobre el dispositivo SLB se asignó $F_{y\max} = 834.90\text{Kn}$, y luego del análisis se puede notar que la fuerza máxima que puede soportar el dispositivo es $F_{\max}: 543.335\text{Kn}$, con $D_{\max}: 6.977\text{mm}$, en cuyo caso se confirma que el dispositivo mostrará su capacidad máxima con el evento sísmico respectivo.

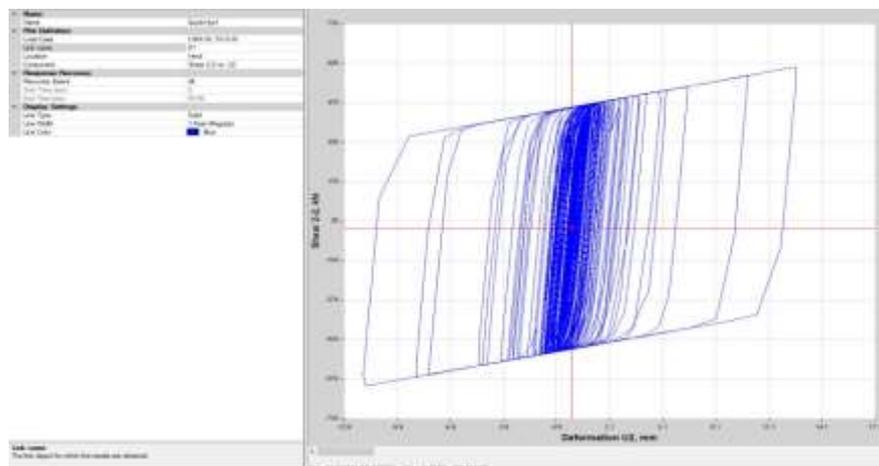


Figura 3.50 Curva histerética con SLB, Lima 1966 dirección E - W

Fuente: Elaboración propia

En el pre diseño del dispositivo SLB se le asignó un $F_{y\max} = 834.90\text{Kn}$, podemos notar luego del análisis, que la fuerza máxima que soportará el dispositivo es $F_{\max}: 611.636\text{Kn}$, con $D_{\max}: 12.635\text{mm}$, en tal caso se confirma que el dispositivo mostrará su mayor capacidad con el evento sísmico sujeto.

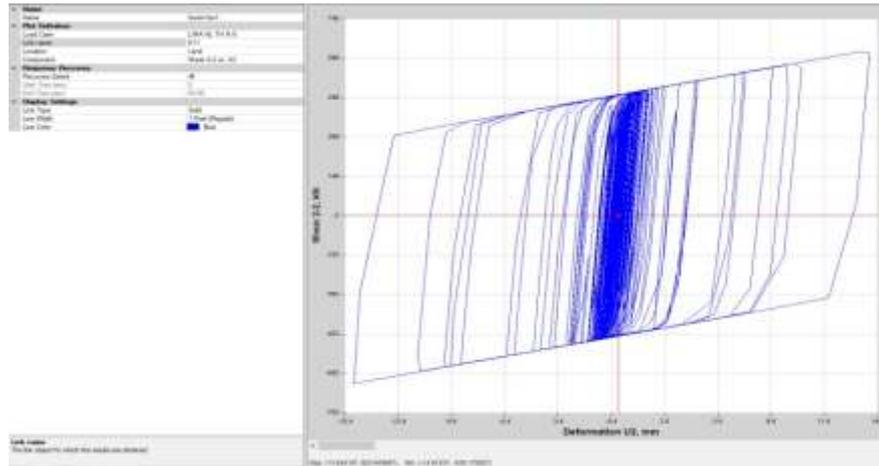


Figura 3.51 Curva histerética con SLB, Lima 1966 dirección N - S

Fuente: Elaboración propia

En el pre - diseño sobre el dispositivo SLB se asignó $F_{max} = 834.90\text{Kn}$, y luego del análisis se puede notar que la fuerza máxima que puede soportar el dispositivo es $F_{max}: 623.944\text{Kn}$, con $D_{max}: 13.654\text{mm}$, en cuyo caso se confirma que el dispositivo mostrará su capacidad máxima con el evento sísmico respectivo.

Finalmente, se muestran las curvas de histéresis de los disipadores ADAS para cada sismo registrado, y también se observan las mayores deformaciones ante los sismos planteados, aunque algunos autores recomendaron rangos de 6 a 8 veces en el desplazamiento de fluencia (Xia y Hanson, 1992), además otros autores como Aiken et al. (1993), describen que un disipador de este tipo puede trabajar con seguridad para su desplazamiento de hasta 10 veces el desplazamiento de fluencia.

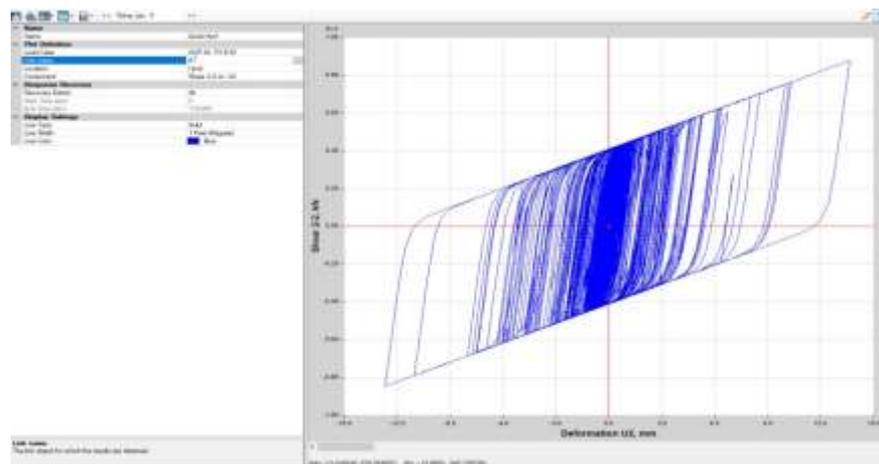


Figura 3.52 Curva histerética con ADAS, Arequipa 2005 dirección E - W

Fuente: Elaboración propia

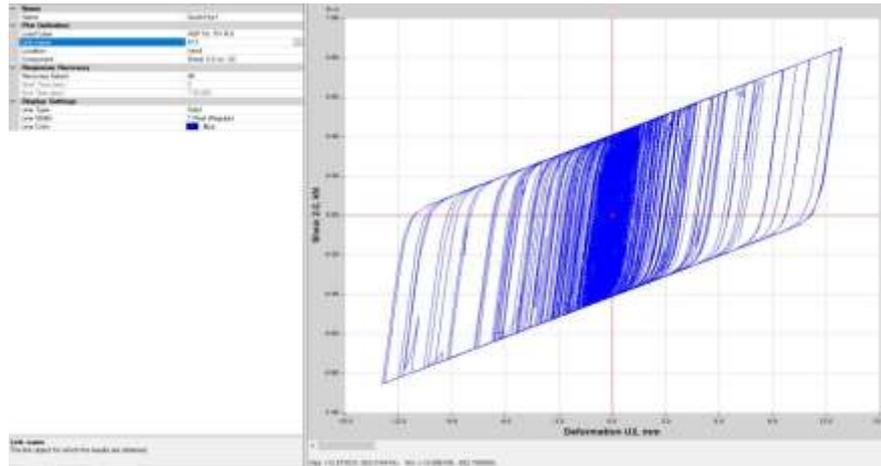


Figura 3.53 Curva histerética con ADAS, Arequipa 2005 dirección N - S
 Fuente: Elaboración propia

En las curvas histeréticas del sismo de Arequipa de 2005, observamos que los disipadores tienen una deformación de aproximadamente 1.364cm en el sentido Este-Oeste y 1.287cm en el sentido norte-sur de la estructura. determinándose Inmediatamente que trabajan en la dirección de los desplazamientos máximos calculado en su modelo bilineal de la misma.

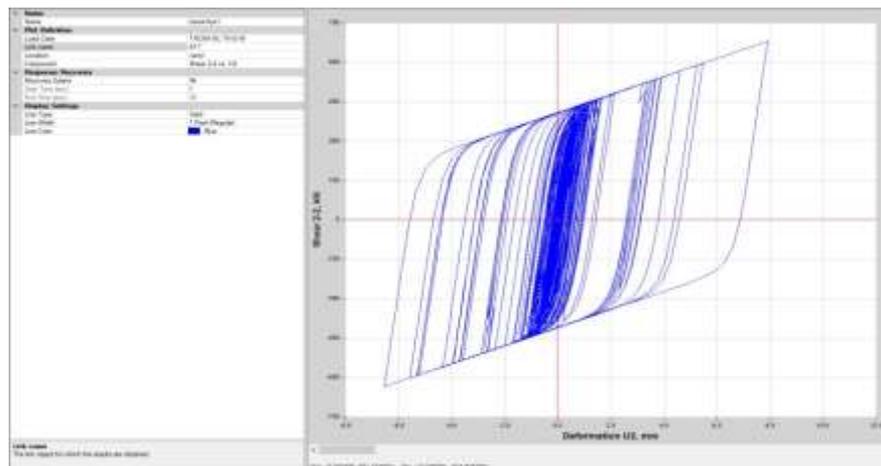


Figura 3.54 Curva histerética con ADAS, Tacna 2015 dirección E- W
 Fuente: Elaboración propia

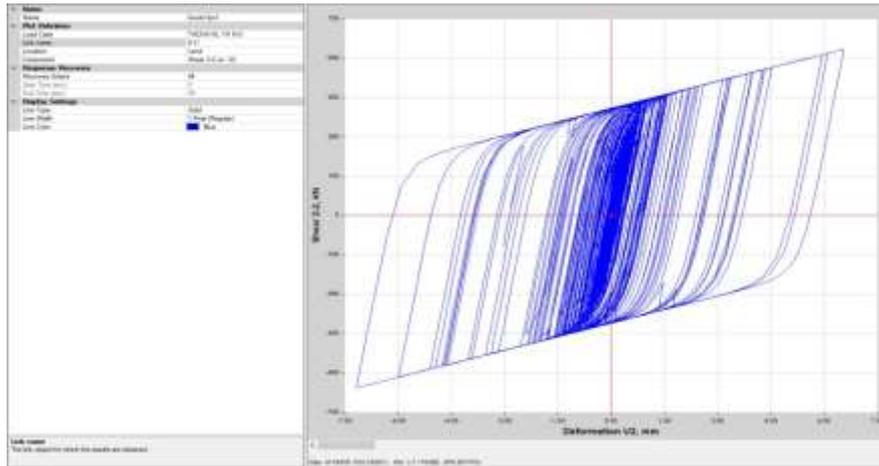


Figura 3.55 Curva histerética con ADAS, Tacna 2015 dirección N - S
 Fuente: Elaboración propia

En las curvas histeréticas del sismo de Tacna del 2015, observamos que los disipadores tienen una deformación de aproximadamente 0.791cm en el sentido Este-Oeste y 0.655cm en el sentido norte-sur de la estructura. determinándose Inmediatamente que trabajan en la dirección de los desplazamientos máximos calculado en su modelo bilineal de la misma.

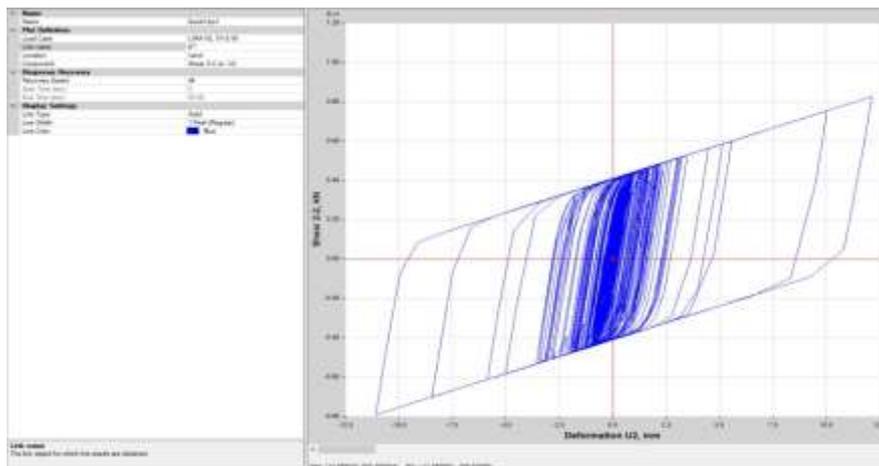


Figura 3.56 Curva histerética con ADAS, Lima 1966 dirección E - W
 Fuente: Elaboración propia

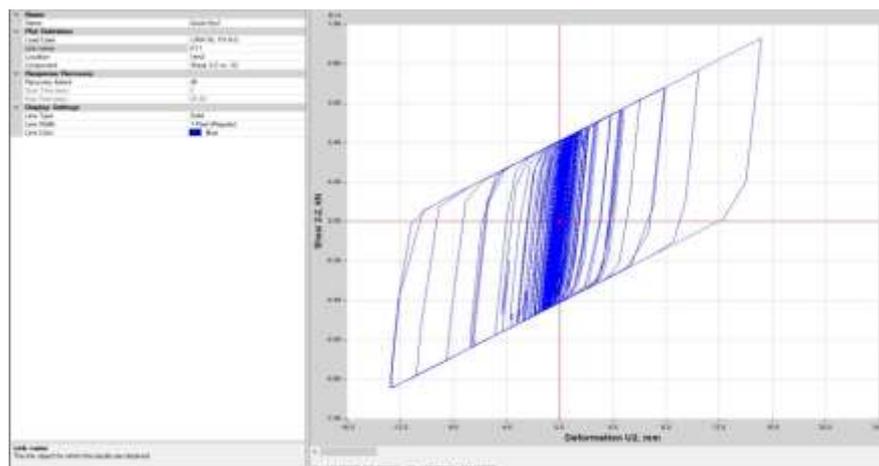


Figura 3.57 Curva histerética con ADAS, Lima 1966 dirección N - S

Fuente: Elaboración propia

En las curvas histeréticas del sismo de Lima de 1966, observamos que los disipadores tienen una deformación de aproximadamente 1.209cm en el sentido Este-Oeste y 1.509cm en el sentido norte-sur de la estructura. determinándose Inmediatamente que trabajan en la dirección de los desplazamientos máximos calculado en su modelo bilineal de la misma.

5. Deformación de los disipadores SLB y ADAS.

Las deformaciones de fluencia de los disipadores se corroboran teniendo en consideración los datos especificados en el diseño y análisis utilizado en notas anteriores bajo los disipadores SLB y ADAS, revisando la máxima deformación en cada disipador esforzado, estimando si estos disipadores empiezan a trabajar en unión con la estructura ante los sismos establecidos.

Tabla 3.39 Deformación del disipador SLB en dirección Este - Oeste

Modelo	Sismo	Deformación	Und	Deformación de fluencia (diseño)	Und	Interpretación
SLB3 25_7	Arequipa 2005 E - W	0.012314	m	0.00061	m	Empieza a plastificar
SLB3 25_7	Tacna 2015 E - W	0.007833	m	0.00061	m	Empieza a plastificar
SLB3 25_7	Lima 1966 E - W	0.012635	m	0.00061	m	Empieza a plastificar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.40 Deformación del disipador SLB en dirección Norte - Sur

Modelo	Sismo	Deformación	Und	Deformación de fluencia (diseño)	Und	Interpretación
SLB3 25_7	Arequipa 2005 N - S	0.013633	m	0.00061	m	Empieza a plastificar
SLB3 25_7	Tacna 2015 N - S	0.006977	m	0.00061	m	Empieza a plastificar
SLB3 25_7	Lima 1966 N - S	0.013654	m	0.00061	m	Empieza a plastificar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.41 Deformación del disipador ADAS en dirección Este - Oeste

Modelo	Sismo	Deformación	Und	Desplazamiento de fluencia	Und	Interpretación
ADAS RIGID	Arequipa 2005 E - W	0.01364	m	0.0026	m	Empieza a trabajar
ADAS RIGID	Tacna 2015 E - W	0.00791	m	0.0026	m	Empieza a trabajar
ADAS RIGID	Lima 1966 E - W	0.01209	m	0.0026	m	Empieza a trabajar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.42 Deformación del disipador ADAS en dirección Norte - Sur

Modelo	Sismo	Deformación	Und	Desplazamiento de fluencia	Und	Interpretación
ADAS RIGID	Arequipa 2005 N - S	0.01287	m	0.0026	m	Empieza a trabajar
ADAS RIGID	Tacna 2015 N - S	0.00655	m	0.0026	m	Empieza a trabajar
ADAS RIGID	Lima 1966 N - S	0.01509	m	0.0026	m	Empieza a trabajar

Fuente: Elaboración propia

6. Respuesta energética y obtención de porcentajes de disipación de la estructura y los disipadores SLB y ADAS.

Las siguientes figuras muestran las respuestas energéticas de la estructura reforzada con disipadores histeréticos frente a la estructura existente sin disipadores de refuerzo, los valores obtenidos del ETABS se verificaron mediante análisis de tiempo -historia no lineal, determinando que los disipadores SLB empiecen a plastificar y los disipadores ADAS trabajen dentro de los parámetros de modelación bilineal de la misma, y luego consecuentemente la disipación de energía de las fuerzas cortantes, obtenida para los sismos dados con la cantidad de energía absorbida por cada sistema en estudio.

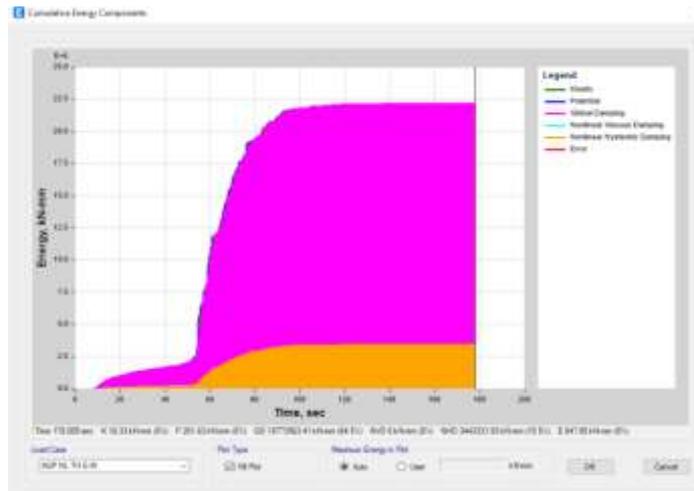


Figura 3.58 Absorción energética con SLB, Arequipa 2005 dirección E - W
Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Arequipa en el sentido E-W se observó que el dissipador SLB por su histéresis absorbe el 15.50% de energía sísmica.

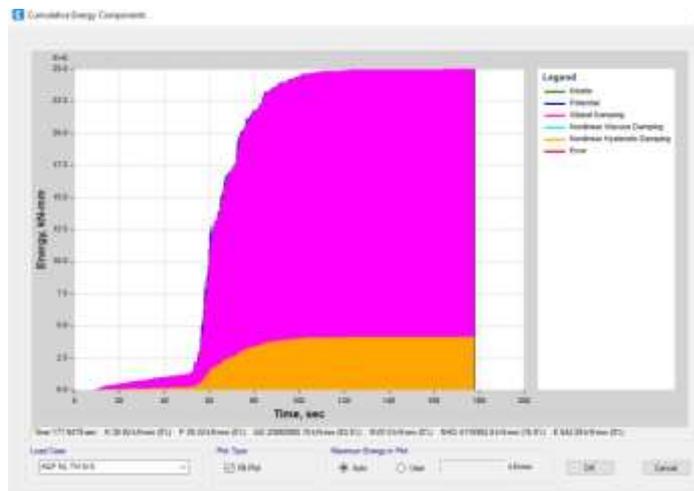


Figura 3.59 Absorción energética con SLB, Arequipa 2005 dirección N - S
Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Arequipa en el sentido N-S se observó que el dissipador SLB por su histéresis absorbe el 16.50% de energía sísmica.

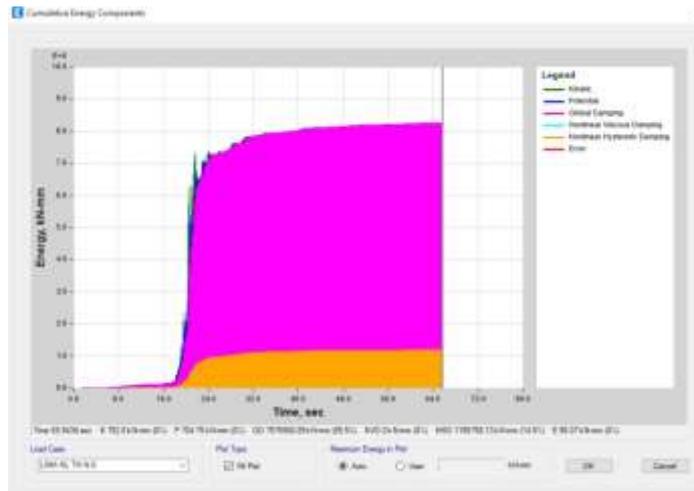


Figura 3.60 Absorción energética con SLB, Tacna 2015 dirección E - W
Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Tacna en el sentido E-W se observó que el disipador SLB por su histéresis absorbe el 14.50% de energía sísmica.

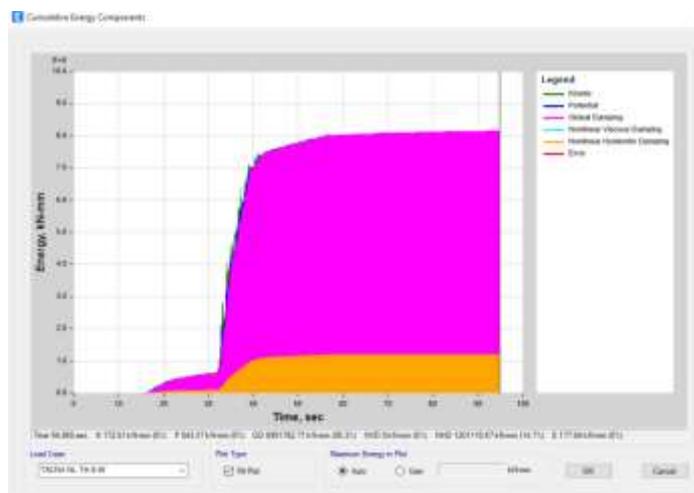


Figura 3.61 Absorción energética con SLB, Tacna 2015 dirección N - S
Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Tacna en el sentido N - S se observó que el disipador SLB por su histéresis absorbe el 14.70% de energía sísmica.

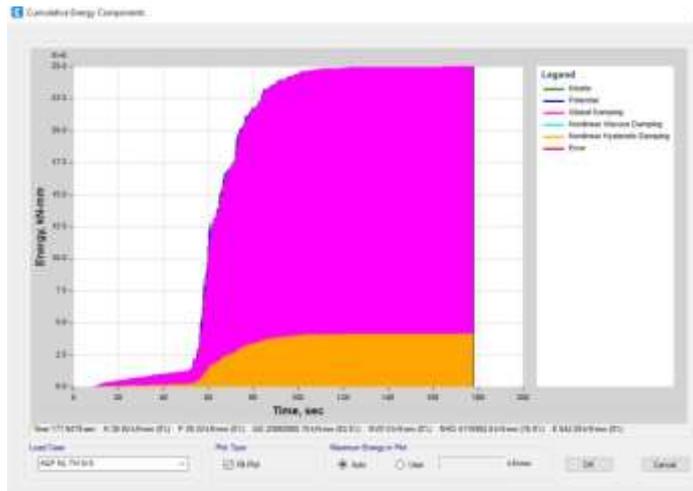


Figura 3.62 Absorción energética con SLB, Lima 1966 dirección E - W
Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Lima en el sentido E - W se observó que el disipador SLB por su histéresis absorbe el 16.15% de energía sísmica.



Figura 3.63 Absorción energética con SLB, Lima 1966 dirección N - S
Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Lima en el sentido N - S se observó que el disipador SLB por su histéresis absorbe el 15.10% de energía sísmica.

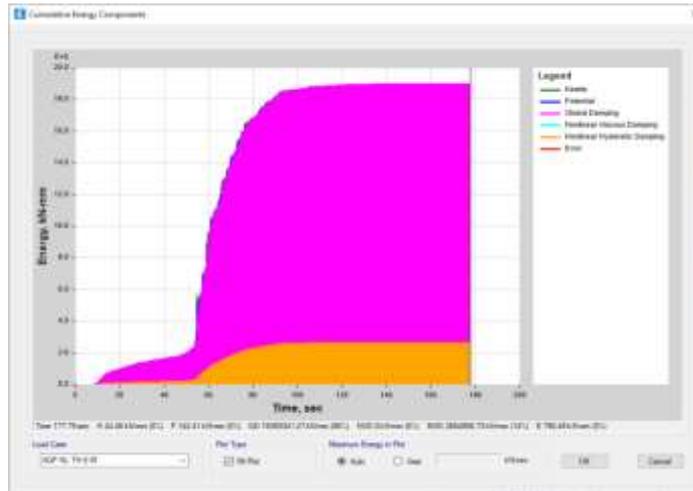


Figura 3.64 Absorción energética con ADAS, Arequipa 2005 dirección E - W
Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Arequipa en el sentido E - W se observó que el disipador ADAS por su histéresis absorbe el 14.00% de energía sísmica.

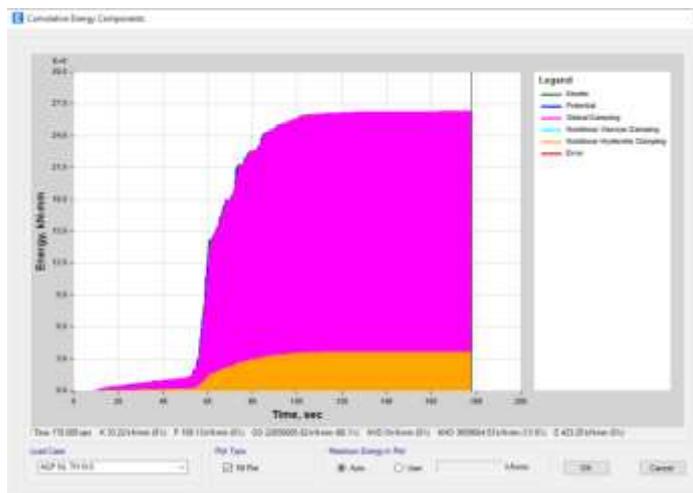


Figura 3.65 Absorción energética con ADAS, Arequipa 2005 dirección N - S
Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Arequipa en el sentido N - S se observó que el disipador ADAS por su histéresis absorbe el 13.90% de energía sísmica.

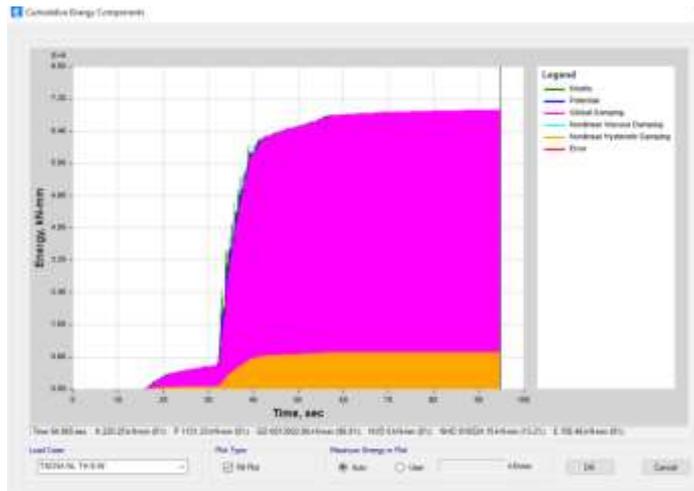


Figura 3.66 Absorción energética con ADAS, Tacna 2015 dirección E - W
Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Tacna en el sentido E - W se observó que el disipador ADAS por su histéresis absorbe el 13.20% de energía sísmica.

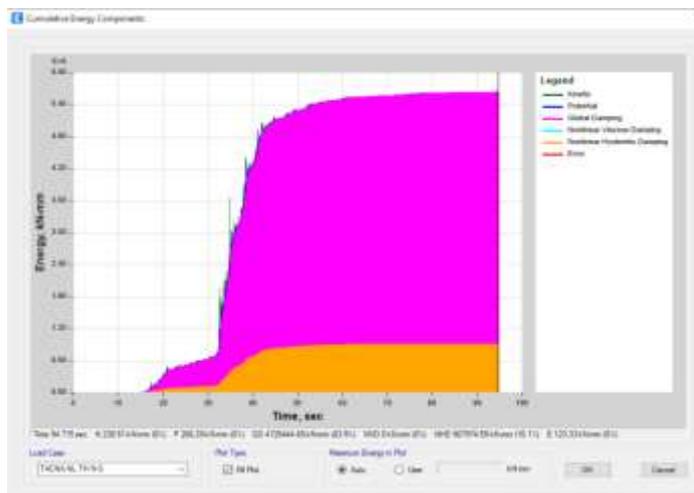


Figura 3.67 Absorción energética con ADAS, Tacna 2015 dirección N - S
Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Tacna en el sentido N - S se observó que el disipador ADAS por su histéresis absorbe el 16.10% de energía sísmica.

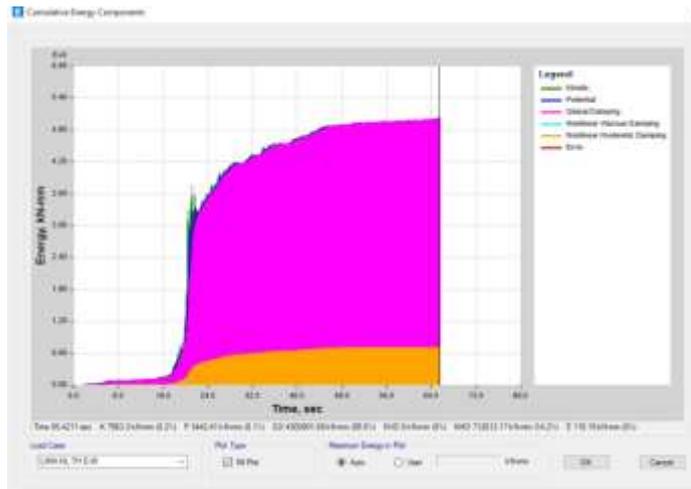


Figura 3.68 Absorción energética con ADAS, Lima 1966 dirección E - W
 Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Lima en el sentido E - W se observó que el disipador ADAS por su histéresis absorbe el 14.20% de energía sísmica.

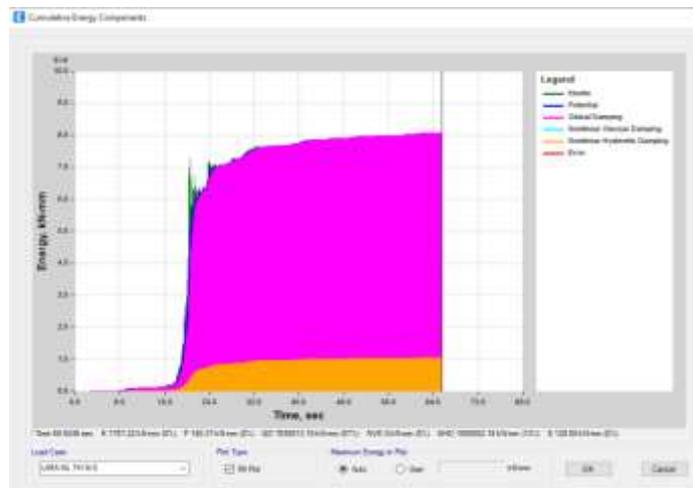


Figura 3.69 Absorción energética con ADAS, Lima 1966 dirección N - S
 Fuente: Elaboración propia

Para el sismo de Lima en el sentido N - S se observó que el disipador ADAS por su histéresis absorbe el 13.00% de energía sísmica.

3.6.4 Determinación del desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía.

Se realiza un resumen en base a los cálculos de los objetivos específicos

1. Comparación de periodos de la estructura sin y con disipadores de energía.

Los periodos de la estructura cambiaron luego del refuerzo con los disipadores SLB y ADAS, reduciéndolas hasta en un 67.93%.

Tabla 3.43 Porcentaje de reducción de periodos con respecto a cada modo de vibración

Porcentaje de reducción de periodos con respecto a cada modo - Estructura sin y con disipadores SLB y ADAS					
Modo	Periodo sin disipadores	Periodo con disipadores SLB	Periodo con disipadores ADAS	Reducción SLB	Reducción ADAS
1	1.323	0.554	0.587	58.13%	55.63%
2	1.142	0.477	0.516	58.23%	54.82%
3	1.132	0.363	0.394	67.93%	65.19%
4	0.390	0.187	0.196	52.05%	49.74%
5	0.340	0.164	0.175	51.76%	48.53%
6	0.327	0.127	0.137	61.16%	58.10%
7	0.227	0.108	0.113	52.42%	50.22%
8	0.194	0.091	0.098	53.09%	49.48%
9	0.157	0.074	0.08	52.87%	49.04%
10	0.155	0.067	0.072	56.77%	53.55%
11	0.124	0.065	0.069	47.58%	44.35%
12	0.111	0.056	0.060	49.55%	45.95%

Fuente: Elaboración propia

2. Comparación de las derivas máximas sin y con disipadores de energía.

Se hace una comparación de las derivas de entre piso de la estructura con el reforzamiento de los disipadores SLB y ADAS, así como la propia estructura sin el refuerzo. Se puede observar que la deriva entre piso del edificio reforzado es menor a lo permitido por la norma RNE E.030, y la reducción máxima es de 89.45% con el disipador SLB en la dirección X.

- Sismo en la dirección X:

Tabla 3.44 Porcentaje de reducción de derivas de entre piso - Dirección X

Porcentaje de reducción de derivas por piso con respecto a la estructura reforzada - Dirección X					
N° Piso	Estructura sin disipadores	Estructura con disipador SLB	Estructura con disipador ADAS	Reducción SLB	Reducción ADAS
5	0.0129	0.0045	0.0044	65.12%	65.89%
4	0.0146	0.0053	0.0053	63.70%	63.70%
3	0.0260	0.0061	0.0063	76.54%	75.77%
2	0.0337	0.0065	0.0069	80.71%	79.53%
1	0.0474	0.0050	0.0056	89.45%	88.19%

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las derivas de entre piso de la estructura cambió después del reforzamiento con el disipador SLB, disminuyendo en un 89.45% en la dirección X. Por su parte, con el disipador ADAS con un 88.19% en la dirección X.

- Sismo en la dirección Y:

Tabla 3.45 Porcentaje de reducción de derivas de entre piso - Dirección Y

Porcentaje de reducción de derivas por piso con respecto a la estructura reforzada - Dirección Y					
N° Piso	Estructura sin disipadores	Estructura con disipador SLB	Estructura con disipador ADAS	Reducción SLB	Reducción ADAS
5	0.0109	0.0023	0.0023	78.90%	78.90%
4	0.0152	0.0031	0.0031	79.61%	79.61%
3	0.0251	0.0042	0.0044	83.27%	82.47%
2	0.0305	0.0044	0.0046	85.57%	84.92%
1	0.0432	0.0051	0.0057	88.19%	86.81%

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las derivas de entre piso de la estructura cambió después del reforzamiento con el disipador SLB, disminuyendo en un 88.19% en la dirección Y. Del mismo modo, con el disipador ADAS sobre un 86.81% en la dirección Y.

3. Porcentaje de las respuestas energéticas que toman los disipadores con respecto a la estructura existente.

Al interpretar el diseño sísmico, se dice que la estructura toma parte de las cargas sísmicas en un 100%. Las estructuras reforzadas con disipadores de energía no solo reducen las derivas entre pisos, sino que también ayudan a proteger la estructura al reducir el porcentaje de energía disipada por los miembros de la estructura, como son las columnas, losas y vigas.

- Eventos sísmicos en la dirección X:

Tabla 3.46 Porcentaje de energía de disipación - Dirección X

Porcentaje de energía de disipación E - W - Dirección X				
Evento sísmico	Energía disipada por la estructura	Energía disipada con SLB	Energía disipada por la estructura	Energía disipada con ADAS
Arequipa 2005	84.50%	15.50%	86.00%	14.00%
Tacna 2015	85.50%	14.50%	86.80%	13.20%
Lima 1966	83.85%	16.15%	85.80%	14.20%
Promedio	84.62%	15.38%	86.20%	13.80%

Fuente: Elaboración propia

En la dirección X, la capacidad de absorción del disipador SLB es del 16,15% y la absorción promedio es del 15.38%. A su vez para el disipador ADAS fue un 14.20% con un promedio de 13.80%.

- Eventos sísmicos en la dirección Y:

Tabla 3.47 Porcentaje de energía de disipación - Dirección Y

Porcentaje de energía de disipación N - S - Dirección Y				
Evento sísmico	Energía disipada por la estructura	Energía disipada con SLB	Energía disipada por la estructura	Energía disipada con ADAS
Arequipa 2005	83.50%	16.50%	86.10%	13.90%
Tacna 2015	85.30%	14.70%	83.90%	16.10%
Lima 1966	84.90%	15.10%	87.00%	13.00%
Promedio	84.57%	15.43%	85.67%	14.33%

Fuente: Elaboración propia

En la dirección Y, la capacidad de absorción del disipador SLB es del 16.50% y la absorción promedio es del 15.43%. A su vez para el disipador ADAS fue un 16.10% con un promedio de 14.33%.

3.7 Aspectos éticos

En esta investigación se respetará: la validez de los resultados, teniendo en cuenta la propiedad intelectual y confiabilidad de la información obtenida, así como la identidad de los participantes en el estudio.

IV. RESULTADOS

Para este proyecto de investigación de estudio es el edificio Díaz Cuenta, de 5 pisos detallando la secuencia e información general de la estructura con datos que fueron recolectados de la zona de estudio y las características estructurales del edificio.

4.1 Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

El distrito de Juliaca es uno de los cuatro que conforman la provincia de San Román en el departamento de Puno en el Sur del Perú, tiene una superficie de 533.47 km² y está situada a 3825ms.n.m., es la ciudad más grande y poblada del departamento de Puno.



Figura 4.1 Ubicación de la provincia de San Román en la región de Puno y en el Perú

Fuente: Elaboración propia

Límites

Los límites del distrito de Juliaca son:

Norte: Provincia de Azángaro

Sur: Distrito de Cabana y distrito de Caracoto

Este: Distrito de Pusi (prov. de Huancané) y distrito de Samán (prov. de Azángaro)

Oeste: Distrito de Lampa (prov. de Lampa) y distrito de Cabanilla (prov. Lampa)

Clima

El clima de Juliaca es frío, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada.

Ubicación del proyecto

La edificación y trabajo de investigación se encuentra en la provincia de San Román – distrito de Juliaca, Puno. Altitud: 3,826 m.s.n.m, Latitud: 15°29'58" S Longitud: 70°09'20" O con propiedad de la familia Díaz Cuenta.

Características de la zona de estudio

Esta zona presenta una topografía plana y sin pavimentar y es principalmente de suelo tipo S2 (suelo intermedio).

Los resultados se señalan en orden de los objetivos (específicos y generales)

4.2 Cálculo de los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía

Como se muestra las masas participativas en los primeros modos de cada dirección de movimiento se comportan de forma traslacional, cumpliendo el criterio de la estructura adecuada donde los periodos en cada dirección son los señalados, con la reducción del periodo en un 58.13% en la dirección X, y un 58.23% en la dirección Y con la adición de disipador SLB, por su parte con una reducción del 55,63% en la dirección X y un 54,82% en la dirección Y con la adición del disipador ADAS.

El procedimiento definido en la norma pretende representar el cambio de rigidez que se produce con la adición de los disipadores SLB y ADAS en estructuras de alta ductilidad y elevados esfuerzos cortantes. El periodo de los principales modos de vibración obtenidos a partir de los modelos establecidos en el Etabs. (Ver Tablas 3.27, 3.29, 3.31). Los periodos de los principales modos alcanzados del modelo matemático se muestran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Periodos principales c/s disipadores

Periodos principales con respecto a cada modo (seg)		
Tipo de sistema estructural	Dirección X	Dirección Y
Sin Disipador	1.323	1.142
Con SLB	0.554	0.477
Con ADAS	0.587	0.516

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2 Porcentaje de reducción de periodos

	Dirección X	Dirección Y
SLB	58.13%	58.23%
ADAS	55.63%	54.82%

Fuente: Elaboración propia

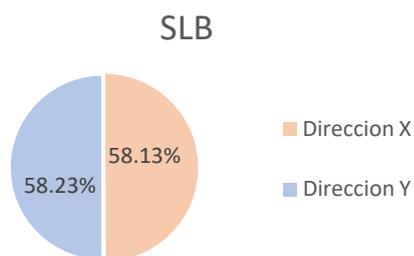


Figura 4.2 Porcentaje de reducción de periodos principales con SLB en direcciones X - Y

Fuente: Elaboración propia

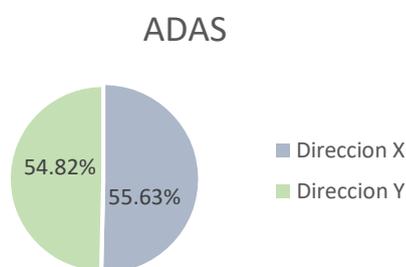


Figura 4.3 Porcentaje de reducción de periodos principales con ADAS en direcciones X - Y

Fuente: Elaboración propia

4.3 Estimación de las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía.

Se comparan las derivas de entre piso del edificio con la adición de los disipadores de energía SLB y ADAS y por otra parte del edificio no reforzado, se aprecia que se nota una diferencia mínima en cuanto a las derivas de entre piso del edificio reforzado de acuerdo a lo permitido por la norma RNE E.030. Tomando la deriva máxima de la estructura sin disipador es de 0.0474 en la dirección X y 0.0432 en la dirección Y, a su vez las derivas máximas con el disipador SLB es de 0.0065 en la dirección X y 0.0051 en la dirección Y, asimismo las derivas máximas con el

disipador ADAS es de 0.0069 en la dirección X y 0.0057 en la dirección Y, teniendo una reducción en los porcentajes de la derivas máximas con el disipador SLB en la dirección X de 89.45% y 88.19% en la dirección Y, seguido del disipador ADAS con una reducción de derivas máximas en la dirección X de 88.19% y 86.81% en la dirección Y. (Ver tablas N° 3.32, 3.33, 3.34, 3.35, 3.36, 3.37).

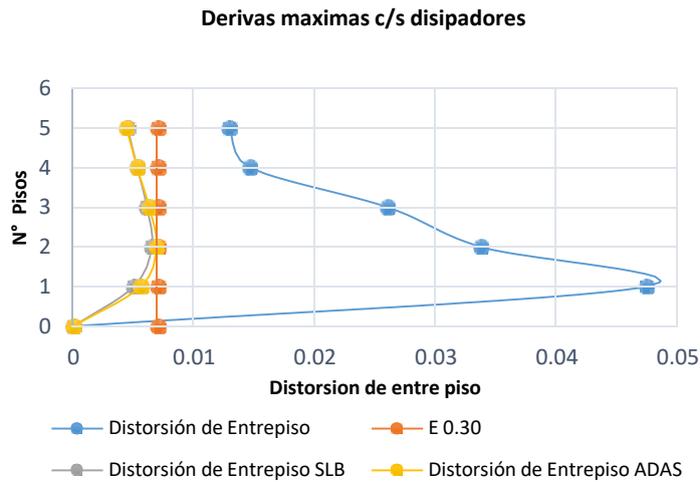


Figura 4.4 Comparación de derivas de entre piso c/s reforzamiento de disipadores - Dirección X
Fuente: Elaboración propia

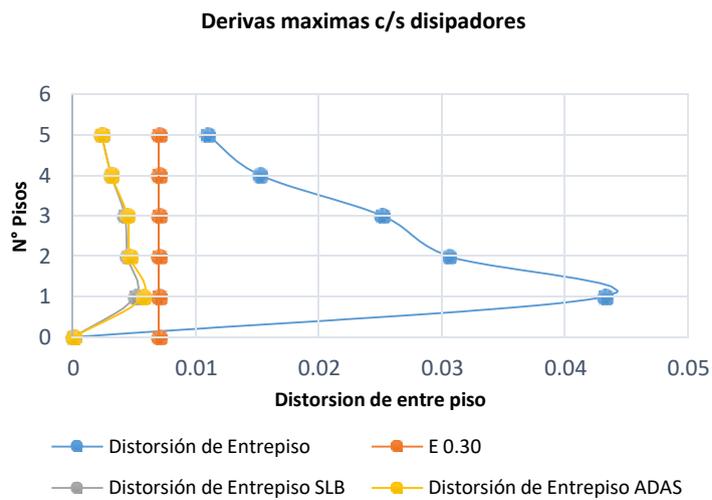


Figura 4.5 Comparación de derivas de entre piso c/s reforzamiento de disipadores - Dirección Y
Fuente: Elaboración propia

4.4 Análisis de las respuestas energéticas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía.

En la interpretación del diseño sísmico resistente se establece que una estructura toma parte de las cargas sísmicas en un 100%. Las estructuras reforzadas mediante los disipadores de energía no solo reducen las derivas de entre piso, sino que ayudan y además protegen a la estructura en la reducción del porcentaje de energía disipada por los propios miembros estructurales como son las columnas, losas, vigas. (Ver tablas N° 3.46, 3.47).

Tabla 4.3 Porcentaje de disipación E-W - Dirección X

Evento sísmico	Porcentaje de energía disipada E-W - Dirección X			
	Energía disipada por la estructura	Energía disipada por el disipador SLB	Energía disipada por la estructura	Energía disipada por el disipador ADAS
Arequipa 2005	84.50%	15.50%	86.00%	14.00%
Tacna 2015	85.50%	14.50%	86.80%	13.20%
Lima 1966	83.85%	16.15%	85.80%	14.20%
Promedio	84.62%	15.38%	86.20%	13.80%

Fuente: Elaboración propia

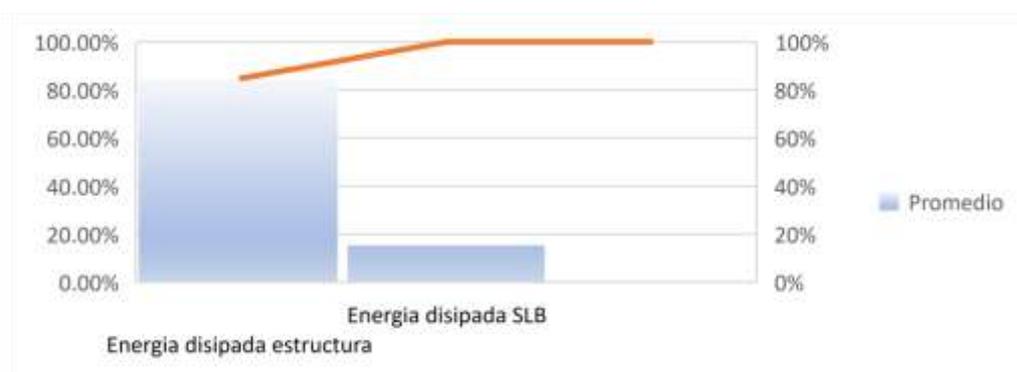


Figura 4.6 Porcentajes de disipación de energía c/s reforzamiento SLB promedio E - W

Fuente: Elaboración propia

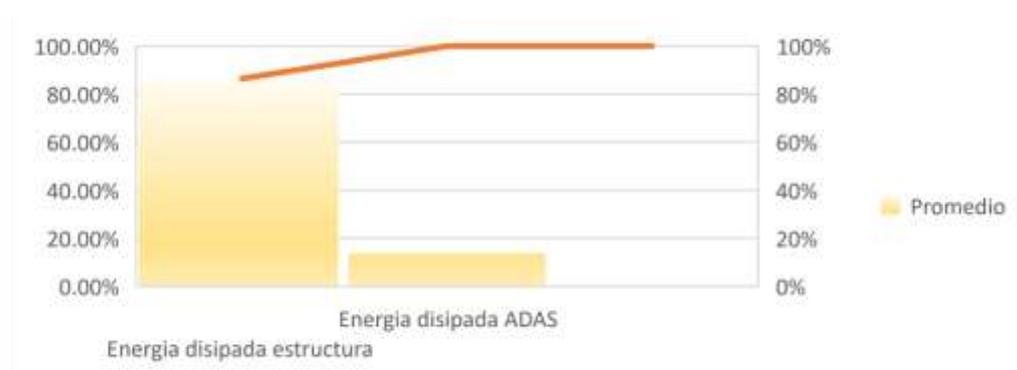


Figura 4.7 Porcentajes de disipación de energía c/s reforzamiento ADAS promedio E - W

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4 Porcentaje de disipación N-S - Dirección Y

Porcentaje de energía disipada N-S - Dirección Y				
Evento sísmico	Energía disipada por la estructura	Energía disipada por el disipador SLB	Energía disipada por la estructura	Energía disipada por el disipador ADAS
Arequipa 2005	83.50%	16.50%	86.10%	13.90%
Tacna 2015	85.30%	14.70%	83.90%	16.10%
Lima 1966	84.90%	15.10%	87.00%	13.00%
Promedio	84.57%	15.43%	85.67%	14.33%

Fuente: Elaboración propia



Figura 4.8 Porcentajes de disipación de energía c/s reforzamiento SLB promedio - N - S

Fuente: Elaboración propia

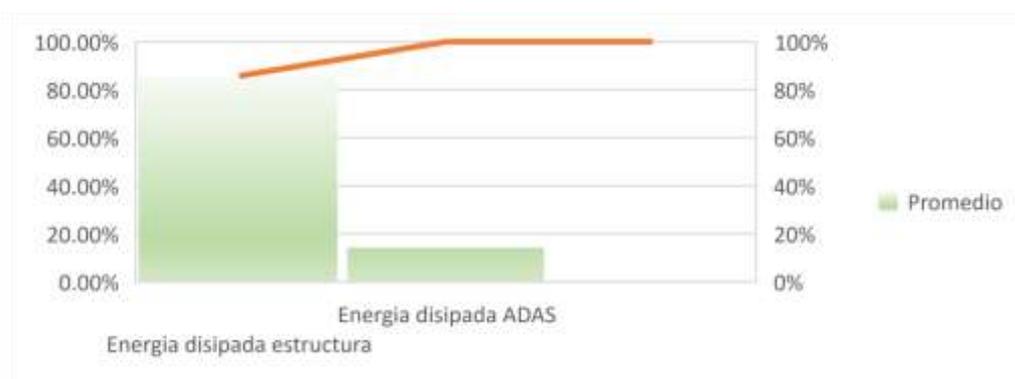


Figura 4.9 Porcentajes de disipación de energía c/s reforzamiento ADAS promedio - N - S

Fuente: Elaboración propia

4.5 Determinación del desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía.

Según la comparación de los periodos máximos con y sin reforzamiento de los disipadores SLB y ADAS se obtuvo que estos ayudan a la estructura a tomar parte de la energía sísmica y controlarla con un porcentaje máximo de 58.13% en la dirección X, con el disipador SLB, a su vez con el disipador ADAS en un 54.82% en

la dirección Y. Estimados en los tres primeros modos predominantes de la estructura.

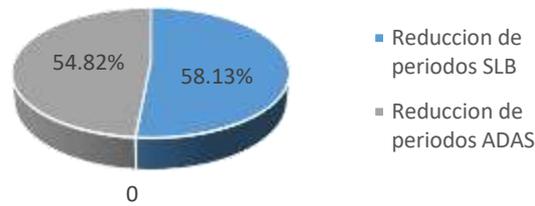


Figura 4.10 Porcentajes máximos de reducción de periodos de la estructura con disipadores

Fuente: Elaboración propia

Se presenta los porcentajes máximos de la reducción en las derivas de entre piso con el disipador SLB en un 89.45% en la dirección X, a su vez con el disipador ADAS del 86.81% en la dirección Y.

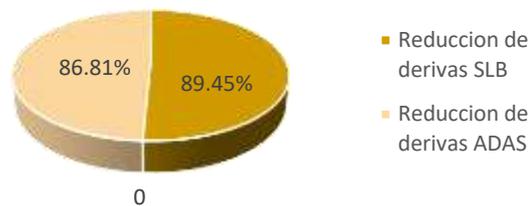


Figura 4.11 Porcentajes máximos de reducción de derivas de la estructura con disipadores

Fuente: Elaboración propia

Por su parte la capacidad de absorción máxima energética sísmica en porcentajes con los disipadores de refuerzo en la estructura se tiene un 16.50% en la dirección Y (N-S) con el disipador SLB y 16.10% en la dirección Y (N-S) con el disipador ADAS.

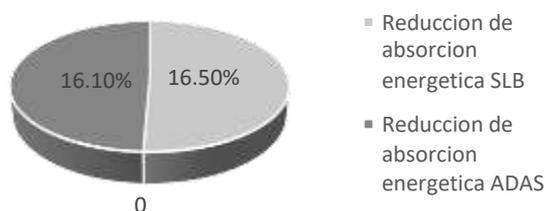


Figura 4.12 Porcentajes máximos de absorción de energía sísmica de la estructura con disipadores

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Discusión 1. Los periodos de vibración de la estructura con refuerzo mediante los disipadores de energía son las señaladas, con un periodo de reducción del 58.13% en la dirección X y del 58.23% en la dirección Y con la adición del disipador SLB, a su vez dando una reducción del periodo en un 55.63% en la dirección X y 54.82% en la dirección Y con la adición del disipador ADAS. Así mismo citado como antecedente nacional Cervantes y Albrizzio (4) alcanzaron los siguientes resultados considerando los porcentajes en la reducción de los periodos respecto a cada modo, obteniendo el 65.20% en la dirección X, y 62.2% en la dirección Y con la incorporación del disipador SLB. Seguido del antecedente internacional Sánchez (9) obtuvo los resultados siguientes en los porcentajes de reducción de los periodos respecto a cada modo del 45.18% en la dirección X, y 42.95% en la dirección Y para un pórtico de 4 pisos con la adición del disipador ADAS. Según se establece en la norma RNE E.030 que en cada dirección de análisis se toman los modos de vibración en los que la suma de las masas efectivas es al menos el 90% de la masa total, pero se tienen en cuenta los tres primeros modos predominantes. Como se aprecia en los resultados de los porcentajes en la reducción de los periodos con los sistemas estructurales mediante el reforzamiento de los disipadores aportan en el comportamiento con respecto a la estructura existente en los cuales se alcanzó el objetivo.

Discusión 2. De acuerdo a los resultados obtenidos para los porcentajes de las derivas máximas con los disipadores de energía se obtuvo una reducción con el disipador SLB de 89.45% en la dirección X y 88.19% en la dirección Y, seguido del disipador ADAS con una reducción de derivas máximas de 88.19% en la dirección X y 86.81% en la dirección Y. De igual manera citado como antecedente nacional Manrique (7) alcanzo las derivas máximas de una estructura, con una reducción mediante los disipadores SLB en un 35% en la dirección X y 28% en la dirección Y. A su vez como antecedente internacional Cisneros (12) con la inserción de los disipadores de tipo ADAS sobre el análisis sísmico de un edificio, minimizó las derivas máximas de entre piso en un 46.15% en la dirección X y además del 64.29% en la dirección Y. Por lo tanto, la norma RNE E.030 para el diseño sísmico es válida la determinación de la distorsión máxima entre pisos debe ser menor de $(\Delta_i/h_{ei}) =$

0,007 en estructuras de C°A en el campo inelástico. Por otra parte Bazán y Meli (29), sugieren que la distorsión de entre piso debe estar en un rango admisible de $\Psi = 0.012$ para el caso de muros desacoplados de la estructura. Como se aprecia en los resultados de los porcentajes en la reducción de las derivas de entre piso en los sistemas estructurales con el reforzamiento de los disipadores aportan en el comportamiento con respecto a la estructura existente en los cuales se alcanzó el objetivo.

Discusión 3. Según los resultados alcanzados en las respuestas energéticas de la estructura reforzada mediante los disipadores, se evidencio que protegen a la estructura reduciendo el porcentaje de energía sísmica disipada por la misma estructura, con el reforzamiento del disipador SLB del 15.43% en la dirección Y (N-S), además del 84.57% por la propia estructura, por su parte con el reforzamiento del disipador ADAS del 14.33% en la dirección Y (N-S), además de un 85.67% de la propia estructura. A su vez como antecedente nacional Quispe y García (6) con la inserción de los disipadores de tipo SLB en el refuerzo de un edificio se minimizo en las respuestas energéticas, estos asumen un 49.03% en la dirección Y (N-S) por el disipador y además del 53.30% en la dirección Y (N-S) de la propia estructura. Por su parte como antecedente internacional Cisneros (12) con la inserción de los disipadores de tipo ADAS en el refuerzo de un edificio se minimizo en las respuestas energéticas, estos asumen un 52.74% en la dirección Y (N-S) por el disipador y además del 47.19% en la dirección Y (N-S) de la propia estructura. Como se aprecia en los resultados de los porcentajes en la capacidad disipación de energía en los sistemas estructurales con el reforzamiento de los disipadores aportan en el comportamiento con respecto a la estructura existente en los cuales se alcanzó el objetivo.

5.1 Contrastación de hipótesis.

Ho= Hipótesis nula (Hipótesis de trabajo).

H1= Hipótesis alterna (Hipótesis del investigador).

$$F > F_{\text{critico}} \text{ (se rechaza la hipótesis nula)}$$

$$F < F_{\text{critico}} \text{ (No se rechaza la hipótesis nula)}$$

5.1.1 Contraste de hipótesis para el objetivo específico 1.

Ho: Los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, no es mínimo edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022

H1: Los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es mínimo edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022

Tabla 5.1 Análisis de varianza de los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5.673316	3	1.891105333	14.7170593	0.012575131	6.591382116
Dentro de los grupos	0.51399	4	0.1284975		0.05	
Total	6.187306	7				

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 5.1 muestra el análisis de varianza de los periodos de vibración de la estructura y mediante el reforzamiento de los disipadores histeréticos de tipos SLB y ADAS, donde se visualiza que $F > F_{\text{critico}}$ con los valores obtenidos se puede indicar que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna al 99.9% de confiabilidad para la diferencia de media entre los promedios de los periodos de vibración, es decir los resultados no son estadísticamente iguales.

5.1.2 Contraste de hipótesis para el objetivo específico 2.

Ho: Las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, no es apropiado edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022

H1: Las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es apropiado edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022

Tabla 5.2 Análisis de varianza de las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.001356973	2	0.000678487	24.9765016	0.013484846	9.552094496
Dentro de los grupos	0.000081495	3	0.000027165		0.05	
Total	0.001438468	5				

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 5.2 muestra el análisis de varianza de las máximas derivas de la estructura y mediante el reforzamiento de los disipadores histeréticos de tipos SLB y ADAS, donde se visualiza que $F > F_{critico}$ con los valores obtenidos se puede indicar que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna al 99.9% de confiabilidad para la diferencia de media entre los promedios de las derivas máximas, es decir los resultados no son estadísticamente iguales.

5.1.3 Contraste de hipótesis para el objetivo específico 3.

Ho: La respuesta energética de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, no es consecuente edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022

H1: La respuesta energética de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es consecuente edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022

Tabla 5.3 Análisis de varianza de la respuesta energética de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.995485	3	0.331828333	1358.56022	1.80188E-06	6.591382116
Dentro de los grupos	0.000977	4	0.00024425		0.05	
Total	0.996462	7				

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 5.3 muestra el análisis de varianza en la respuesta energética de la estructura y mediante el reforzamiento de los disipadores histeréticos de tipos SLB y ADAS, donde se visualiza que $F > F_{critico}$ con los valores obtenidos se puede indicar que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna al 99.9% de confiabilidad para la diferencia de media entre los promedios de la respuesta energética, es decir los resultados no son estadísticamente iguales.

5.1.4 Contraste de hipótesis para la hipótesis general.

Ho: El desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, no es bueno edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022

H1: El desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es bueno edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022

Tabla 5.4 Análisis de varianza del desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.770214847	5	0.154042969	87.03672848	1.6255E-05	4.387374187
Dentro de los grupos	0.01061917	6	0.001769862		0.05	
Total	0.780834017	11				

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 5.4 muestra el análisis de varianza del desempeño sísmico de la estructura y mediante el reforzamiento de los disipadores histeréticos de tipos SLB y ADAS, donde se visualiza que $F > F_{critico}$ con los valores obtenidos se puede indicar que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna al 99.9% de confiabilidad para la diferencia de media entre los promedios del desempeño sísmico, es decir los resultados no son estadísticamente iguales.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1. Los periodos principales del primer modo de la estructura y con el reforzamiento mediante la adición del disipador SLB disminuyó de 1.323 segundos (sin disipadores) a 0.554 segundos (con disipador), a su vez mediante la adición del disipador ADAS se redujo de 1.323 segundos (sin disipadores) a 0.587 segundos (con disipador), lo que significa una reducción del 58.13% y 55.63%, Además, la estructura tiene 5 pisos, lo que representa que un intervalo razonable de un periodo sería $0.1 \times 5 = 0.500$ segundos empíricamente. La comparación del resultado de 0,554 minutos con 0,500 muestra que se trata de un periodo de tiempo razonable para los pisos establecidos de la estructura.

Conclusión 2. La reducción de las derivas de entrepiso en la dirección X fue de 0.0260 (sin disipadores), 0.0061 (con disipador SLB) y 0.0063 (con disipador ADAS) en el 3er piso, lo que significó una reducción del 76.54% y 75.77% respectivamente, mientras que en la dirección Y fue de 0.0251 (sin disipadores), 0.0042 (con disipador SLB) y 0.0044 (con disipador ADAS) en el 3er piso, lo que significó una reducción del 83.27% y 82.47% respectivamente. Ambas reducciones en las derivas de entre piso cumplieron exitosamente con la norma del RNE E.030 (2018).

Conclusión 3. En el análisis no lineal tiempo - historia se comprobó el porcentaje que asumen en la absorción de energía sísmica por parte de ambos disipadores, se tiene un 15.50% con la adición del disipador SLB para el registro de Arequipa del 2005 en la dirección X, mientras que para la dirección Y fue un 16.50%, permitiendo que la energía disipada por la estructura global se reduzca de un 100% a 68.00%, asimismo con la adición del disipador ADAS para el registro sísmico de Arequipa del 2005 en la dirección X en un 14.00%, mientras que para la dirección Y de 13.90%, permitiendo que la energía disipada por la estructura global se reduzca de un 100% a 72.10%.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1. Efectuar la recolección de registros sísmicos cerca del área de estudio ya que esto influye en el desempeño de la estructura y la disipación de energía de los propios disipadores.

Recomendación 2. Para la obtención de los periodos de la estructura tomar los principales modos de vibración ya que con estos valores se puede determinar si la estructura se comportara de manera adecuada.

Recomendación 3. Verificar las derivas máximas de la estructura según los permitido en la norma del RNE E.030 ya que con el reforzamiento de los disipadores se interpretará si estos ayudan el en comportamiento de la estructura.

Recomendación 4. Verificar las respuestas energéticas de la propia estructura y a su vez mediante la adición de los disipadores y obtener los porcentajes de disipación de energía sísmica y cuanto aportan a la estructura en sí.

Recomendación 5. Emplear diferentes tipos de disipadores y hacer comparaciones entre ellos, con el fin de verificar que disipador es más adecuado y que presente mejores condiciones en sus propiedades para un buen uso en el reforzamiento de una estructura.

REFERENCIAS

1. **GEM.** *Modelo global de amenaza y riesgo sísmico.* s.l. : Revista Geociencias SURA, 2020. 2539 - 2883.
2. **GEOPOLIS.** *Revisión de la normativa sísmica en América Latina.* CARACAS : CAF-banco de desarrollo de América Latina, 2014. 9789807644792.
3. **MVCS.** *Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú.* Lima : Industrias Gráficas Ausangate S.A.C., 2016.
4. **CERVANTES GARCIA, Franco Rodrigo y ALBRIZZIO FRANCIA, Yoshman Oscar.** *Desempeño sísmico de un hospital de concreto armado con disipadores “slb” shear link bozzo en la zona sísmica 4.* Lima : s.n., 2020.
5. **QUIROZ GORDILLO, Carlo David .** *ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA Y MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO.* Trujillo : s.n., 2020.
6. **QUISPE HUAMÁN, Cristhian Koyman y GARCIA URRUTIA, Paul Arturo.** *Reforzamiento sísmico mediante el usode disipadores histeréticos tipo shear link bozzo en un edificio de 14 niveles en la ciudad de Lima.* Lima : s.n., 2019.
7. **MANRIQUE AGUIRRE, Cleison Armando.** *Comparación de la respuesta estructural entre una edificación de 8 pisos con disipadores slb y la edificación convencional.* Arequipa : s.n., 2021.
8. **ENCISO NAVARRO, Frank.** *Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo.* Huancayo : s.n., 2019.
9. **SÁNCHEZ RIVADENEIRA, Alfredo Guillermo.** *Análisis y evaluación de la aplicación de disipadores histeréticos de fluencia para el mejoramiento del desempeño sísmico de estructuras de hormigón armado en la ciudad de Guayaquil.* Guayaquil : s.n., 2014.
10. **CANO CASTAÑO, Hugo Alejandro.** *Evaluación del coeficiente de disipación de energía R, en edificaciones de concreto reforzado con disipadores histeréticos*

metálicos triangulares tipo TADAS, ubicados en zona de amenaza sísmica alta.
Bogotá : s.n., 2020.

11. **PINZÓN MAYORGA, Nathaly y MARTÍNES LOPEZ, Edwin.** Estado del arte y modelo didáctico descriptivo de amortiguadores y aisladores sísmicos. Bogotá : s.n., 2014.

12. **CISNEROS AYALA, Rolando.** Analisis y Rediseño sísmico de una Edificación con Disipadores de Energía ADAS en la ciudad Ayacucho-Perú. Granada : s.n., 2016.

13. **VIDAL GUAQUIL, Manuel.** Análisis y diseño de estructuras con disipadores de energía metálicos en base a criterios de desempeño. Valdivia : s.n., 2018.

14. **OVIDO, Juan Andrés y DUQUE, María del Pilar.** DISIPADORES HISTERÉTICOS METÁLICOS COMO TÉCNICA DE CONTROL DE RESPUESTA SÍSMICA EN EDIFICACIONES COLOMBIANAS. Medellín : Revista EIA, 2009. 17941237.

15. **GENATIOS, Carlos y LAFUENTE, Marianela.** *INTRODUCCIÓN AL USO DE AISLADORES Y DISIPADORES EN ESTRUCTURAS.* Caracas : CAF-Banco de Desarrollo de América Latina, 2016. 9789804220562.

16. **AGUIAR FALCONI, Roberto, M. , Rodríguez y D., Mora.** Análisis sísmico de estructuras con disipadores de energía ADAS o TADAS. Barcelona : CENTRO INTERNACIONAL DE MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA, 2016. 9788494507755.

17. **AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION.** Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. Chicago : s.n., 2010. 60601-1802.

18. **PETER CLARK, Ian Aiken, y otros.** Design Procedures for Buildings Incorporating. *Design Procedures for Buildings Incorporating Hysteretic Damping Devices.* California : s.n., 1999.

19. **HURTADO, Francisco y BOZZO, Luis M.** NUMERICAL AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF A SHEAR-LINK ENERGY DISSIPATOR FOR SEISMIC PROTECTION OF BUILDINGS. 2008.

20. **BOZZO, Luis , y otros.** MODELING, ANALYSIS AND SEISMIC DESIGN OF STRUCTURES USING. Barcelona : s.n., 2019. 03757765.
21. **ZAMUDIO MIECHIELSEN, Luis .** Manual de diseño para la construcción con acero. México : s.n., 2013.
22. **341-16, ANSI/AISC.** Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. Chicago : s.n., 2016. 60601.
23. **360-10, ANSI/AISC.** Specification for Structural Steel Buildings. Chicago : American Institute of Steel Construction (AISC), 2010. 9789568181123.
24. **MELI PIRALLA, Roberto.** *DISEÑO ESTRUCTURAL*. México : Editorial LIMUSA, 1994. 9789681816711.
25. **Park, y otros.** STRUCTURES OF LIMITED DUCTILITY. s.l. : BULLETIN OF THE NEW ZEALAND NATIONAL SOCIETY FOR EARTHQUAKE ENGINEERING, 1986.
26. **edificaciones, Reglamento nacional de.** *Diseño sismorresistente*. Lima : Megabyte s.a.c, 2021. 201405195.
27. **AGUIAR FALCONÍ, Roberto.** DINAMICA DE ESTRUCTURAS CON CEINCI - LAB. Quito, Ecuador : Centro de Investigaciones Científicas, 2012. 9789978301029.
28. **ROCHEL AWAD, Roberto.** *Analisis y diseno sismico de edificios*. Colombia : Universidad EAFIT, 2012. 9789587201178.
29. **BAZÁN, Enrique y MELI PIRALLA, Roberto.** *Diseno Sismico De Edificios*. México : Editorial LIMUSA S.A, 2002. 9789681853495.
30. **BOZZO, Luis M y BARBAT, Alex H.** Diseño sismorresistente de edificios. Barcelona : Editorial Reverté, S.A, 2004. 8429120114.
31. **BAENA PAZ, Guillermina.** Metodología de la investigacion. Mexico : Grupo Editorial Patria, 2017. 9786077447481.
32. **SALINAS, Pedro José.** METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Merida : s.n., 2010.

33. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.* Mexico : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. 978-1-4562-2396-0.
34. **NEILL, David Alan y CORTEZ SUÁREZ, Liliana.** PROCESOS Y FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Machala : UTMACH, 2018. 9789942240934.
35. **VENTURA LEON, Jose Luis.** ASUNTOS CONCEPTUALES, METODOLÓGICOS Y ÉTICOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Lima : s.n., 2017.
36. **ALFARO RODRÍGUEZ, Carlos Humberto.** “METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA APLICADO A LA INGENIERÍA”. Lima : s.n., 2012.
37. **ÑAUPAS PAITÁN, Humberto.** Metodología de la investigación. Bogota : Ediciones de la U, 2014. 9789587621884.
38. **ARIAS G., Fadias.** *El Proyecto De Investigación.* Caracas - Venezuela : Suplidora Van, C.A., 2012. 9800785299.
39. **NIÑO ROJAS, Víctor Miguel.** Metodología de la investigación. Bogota : Ediciones de la U, 2011. 9789588675947.
40. **SORIANO RODRÍGUEZ, Ana María.** Diseño y validación de instrumentos de medición. San salvador : Universidad Don Bosco, 2014. 1996-1642.
41. **RUIZ BOLÍVAR, Carlos.** Instrumentos y Tecnicas de Investigación Educativa. Houston : DANAGA Training and Consulting, 2015.
42. **QUERO VIRLA, Milton.** Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. Estado Zulia : s.n., 2010. 13170570.
43. **ARIAS G., Fadias.** *El Proyecto De Investigación.* Caracas - Venezuela : Suplidora Van, C.A., 2012. 9800785299.

ANEXOS

“Desempeño Sísmico De Edificios Multifamiliares Insertando Disipadores De Energía, Edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022”

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
V: 1 Disipadores de energía	En los sistemas de energía pasiva del comportamiento sísmico de la estructura, hay disipadores metálicos diseñados para dispersar la energía introducida sobre el sistema estructural, a causa de fuerzas dinámicas externas producidas por sismos u otros efectos. Estos dispositivos colaboran a aumentar el nivel de amortiguación en la estructura. Hay varios tipos de disipadores. El acero es definitivamente el metal más usado en disipadores por su alta plasticidad. Genatios (15) p.40	Los disipadores de energía se operacionaliza de acuerdo a sus dimensiones que representan (tipos) . Disipador ADAS, Disipador SLB. Por su parte cada una de estas dimensiones se divide en tres indicadores.	D1: Disipador ADAS.	I1: Propiedades del sistema.	Razón: Según Arias (43) “es una escala que se utiliza para variables cuantitativas, es decir se trabaja con una unidad de medida, de modo que es posible realizar diferentes cálculos matemáticos y estadísticos”. (p. 66).
				I2: Curva histerética.	
				I3: Deformación del disipador.	
			D2: Disipador SLB.	I1: Propiedades del sistema.	
				I2: Curva histerética.	
				I3: Deformación del disipador.	
V: 2 Desempeño sísmico	Los edificios expuestos a fuerzas sísmicas intensas a menudo sufren daños significativos, que pueden provocar un colapso total. Para los ingenieros estructurales, la previsión y estimación del daño estructural es muy básico, aunque la regulación sísmica se refiere al daño estructural de forma poco trabajado e indirectamente establece normas para reducirlo, ya que solo sugiere valores limitados para las derivas laterales. Rochel (28) p.28	El desempeño sísmico se operacionaliza a través de sus dimensiones que representan (factores) , periodos de vibración, máximas derivas, respuesta energética. Por su lado, cada una de estas dimensiones se divide en tres indicadores.	D1: Periodos de vibración.	I1: Modos de vibración.	
				I2: Masas participativas.	
				I3: Porcentaje de periodos.	
			D2: Máximas derivas.	I1: Mínimo.	
				I2: Admisible .	
				I3: Máximo.	
			D3: Respuesta energética.	I1: Curvas de absorción energética.	
				I2: Porcentaje sin disipadores.	
				I3: Porcentaje con disipadores.	

“Desempeño Sísmico De Edificios Multifamiliares Insertando Disipadores De Energía, Edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022”

Anexo 2. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	MÉTODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cuál será el desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>¿Cuál será los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022?</p> <p>¿Cuánto será las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022?</p> <p>¿Cómo será la respuesta energética de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar el desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>Calcular los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022</p> <p>Estimar las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022</p> <p>Analizar la respuesta energética de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: El desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es bueno edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</p> <p>Los periodos de vibración de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es mínimo edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022</p> <p>Las derivas máximas de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es apropiado edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022</p> <p>La respuesta energética de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, es consecuente edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022</p>	<p>V: 1 Disipadores de energía (Tipos)</p> <p>V: 2 Desempeño sísmico (Factores)</p>	<p>D1: Disipador ADAS.</p> <p>D2: Disipador SLB.</p> <p>D1: Periodos de vibración.</p> <p>D2: Máximas derivas.</p> <p>D3: Respuesta energética.</p>	<p>I1: Propiedades del sistema.</p> <p>I2: Curva histerética.</p> <p>I3: Deformación del disipador.</p> <p>I1: Propiedades del sistema.</p> <p>I2: Curva histerética.</p> <p>I3: Deformación del disipador.</p> <p>I1: Modos de vibración.</p> <p>I2: Masas participativas.</p> <p>I3: Porcentaje de periodos.</p> <p>I1: Mínimo.</p> <p>I2: Admisible.</p> <p>I3: Máximo.</p> <p>I1: Curvas de absorción energética.</p> <p>I2: Porcentaje sin disipadores.</p> <p>I3: Porcentaje con disipadores.</p>	<p>Ficha de recopilación de datos</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo Es la obtención de Información para verificar, corregir o aplicar el conocimiento.</p> <p>Tipo: aplicada Está relacionado a la solución del entorno, porque sus resultados se pueden aplicar a los problemas.</p> <p>Nivel: explicativo Es el tipo de enfoque cuantitativo, utiliza la recolección de datos para probar teorías.</p> <p>Diseño: No experimental Es un estudio donde las variables serán estudiadas en su forma tal como se encuentra para después analizarlos.</p> <p>Población: La población es un grupo de elementos que tienen ciertas propiedades que queremos estudiar. En la actual investigación la población estudiada son los edificios (viviendas) de uso multifamiliar de 5 pisos indicando la zona, Urb. Santa Mónica II etapa que está constituida por 12 bloques.</p> <p>Muestra: Es una parte o fracción representativa de la población, cuyas principales características son objetivas, de manera que los resultados obtenidos en la muestra pueden generalizarse a todos los elementos correspondientes de esa población. En la actual investigación la muestra estará conformada por la vivienda multifamiliar Díaz Cuenta de cinco pisos.</p>

Anexo 3. Ficha de recopilación de datos

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: Desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Díaz Cuerna Jujaca, Puno 2022
 AUTOR: Vilca Zapana, Dorland Clinton

1. INFORMACION GENERAL					
UBICACION: Puno					
DISTRITO:	Jujaca	ALTITUD:	3025 msnm		
PROVINCIA:	Son Román	LATITUD:	15° 29' 27" S		
REGION:	Puno	LONGITUD:	70° 07' 37" O		
2. Estudios de vibración					
Criterio: la información a recopilar de campo para medir la DSV2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Modos de vibración	T	Modos participativos	%	Porcentaje de periodos	%
3. Estudios de deformación					
Criterio: la información a recopilar de campo para medir la DSV2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Mínimo	m	Máximo	m	Máximo	m
4. Recursos energéticos					
Criterio: la información a recopilar de campo para medir la DSV2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Curvas de absorción energética	Ki/mm	Porcentaje sin disipadores	%	Porcentaje con disipadores	%
5. Disipador ABCS					
Criterio: la información a recopilar de campo para medir la DSV1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Propiedades del sistema	Dimensión/Und	Curva histérica	Ki/mm	Deformación del disipador	m
6. Disipador SLS					
Criterio: la información a recopilar de campo para medir la DSV1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Propiedades del sistema	Dimensión/Und	Curva histérica	Ki/mm	Deformación del disipador	m
APELLIDOS Y NOMBRES:	NINA ELVIRA JUAN JORGE				
PROFESION:	ING. CIVIL				
REGISTRO CIP No:	200721				
EMAIL:	wilpsheking@gmail.com				
TELEFONO:	930717498				

experto
A
1
1
1
1
1
1
1


 WILPSHE KING R. G. M. A. I. - C. O. P.
 INGENIERO CIVIL
 CIP 200721

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: Desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Diaz Cuerna Juliaca, Puno 2022
AUTOR: Vilca Zapana, Dorland Cibron

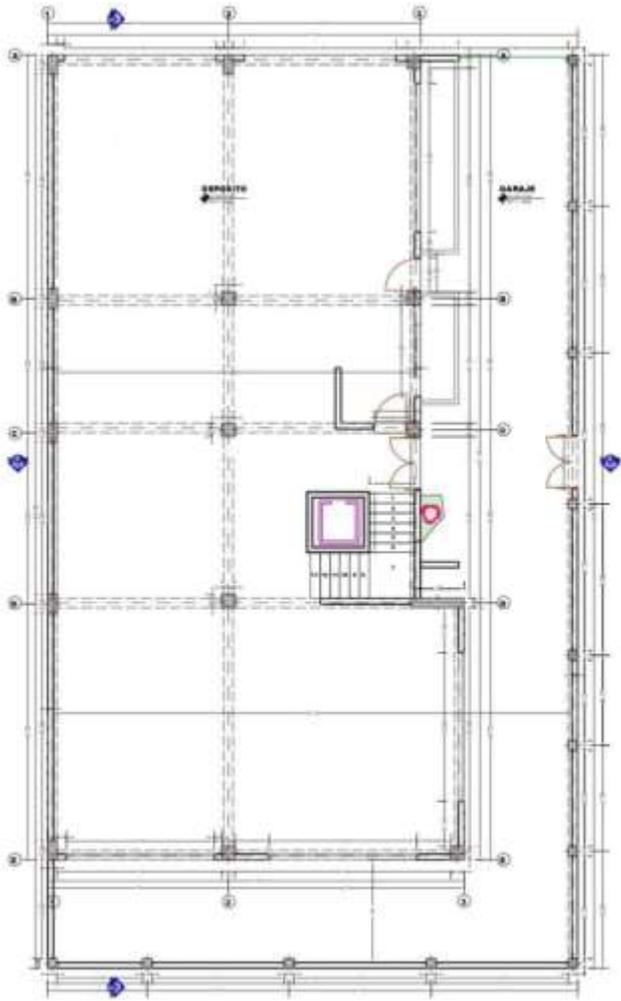
I. INFORMACIÓN GENERAL					
UBICACIÓN: Puno					
DISTRITO:	Juliaca	ALTITUD:	3825 msnm		
PROVINCIA:	San Román	LATITUD:	18° 29' 27" S		
REGION:	Puno	LONGITUD:	70° 07' 37" O		
II. Requisitos de vibración					
Calcular la información a recopilar de campo para medir la D1V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Modos de vibración	T	Masas participativas	%	Porcentaje de periodos	%
III. Máximos límites					
Calcular la información a recopilar de campo para medir la D2V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Mínimo	m	Admisible	m	Máximo	m
IV. Requisitos energéticos					
Calcular la información a recopilar de campo para medir la D3V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Curvas de abstracción energética	Kwh/m	Porcentaje de disipadores	%	Porcentaje con disipadores	%
V. Requisitos D1V1					
Calcular la información a recopilar de campo para medir la D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Propiedades del sistema	Dimensión/Und	Curva histérica	Kwh/m	Deformación del disipador	m
VI. Requisitos D2V1					
Calcular la información a recopilar de campo para medir la D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Propiedades del sistema	Dimensión/Und	Curva histérica	Kwh/m	Deformación del disipador	m
APellidos y nombres: HUAYTAN APAZA EDUARDO PROFESION: ING. CIVIL REGISTRO CIP No: 127370 EMAIL: TELEFONO: 950877714					

SECCION
B
1
1
1
1
1
1
1
1

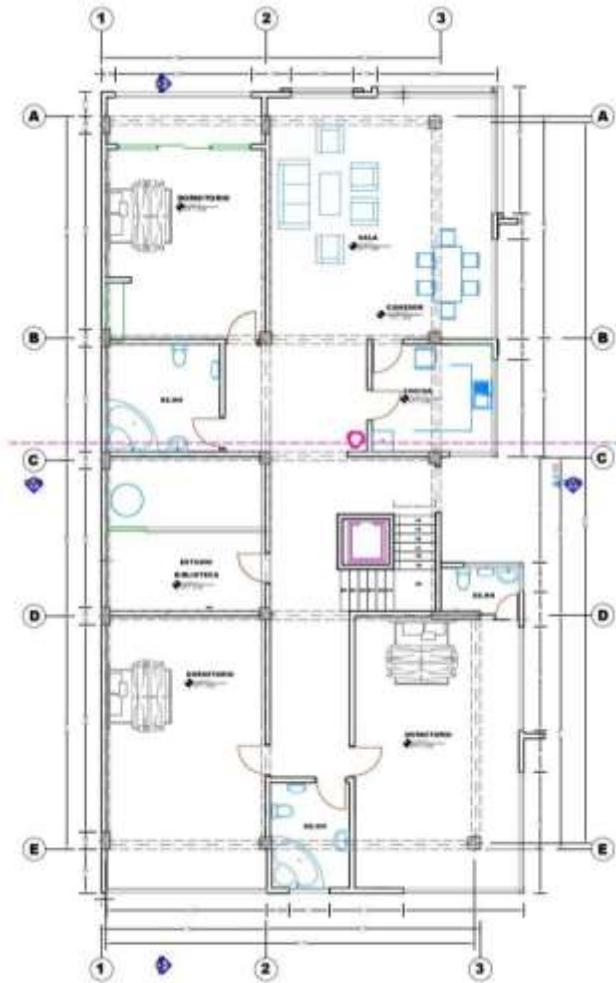


 Edguy Yuni Huaytan Apaza
 CIP 127370
 INGENIERO CIVIL

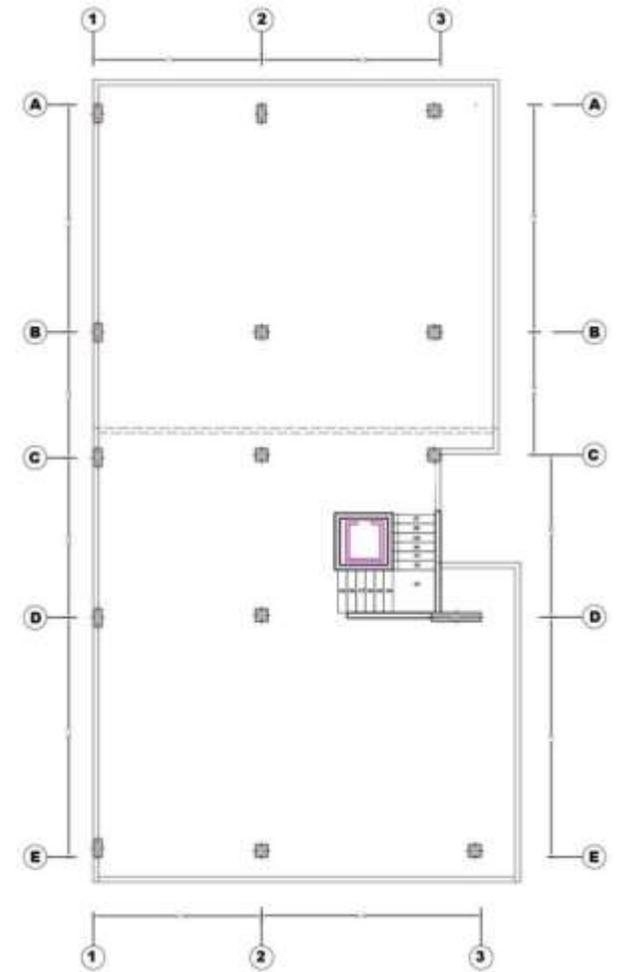
Anexo 4. Planos arquitectónicos de la edificación



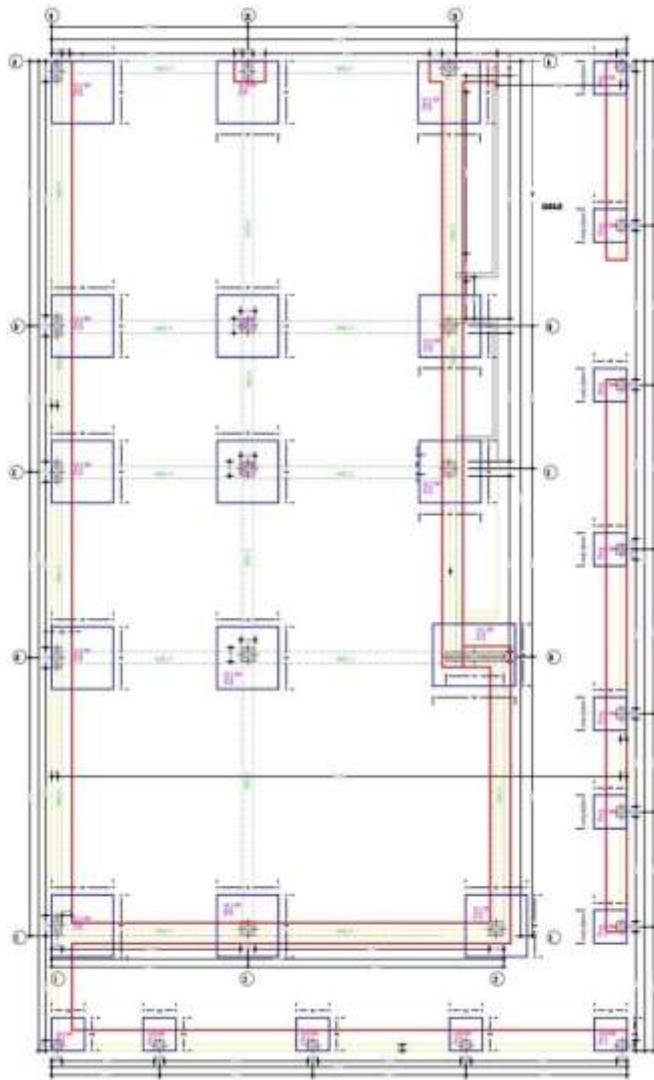
Primera planta



2da, 3ra, 4ta, 5ta planta



Azotea



Cimentación

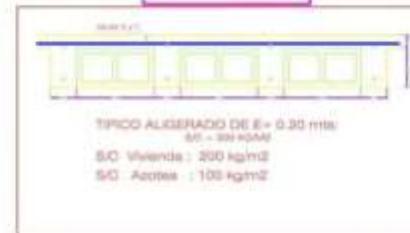
CUADRO DE ZAPATAS

TIPO	DIMENSIONES			REFUERZO	
	LARGO	ANCHO	ALTO	LADO LARGO	LADO CORTO
Z-1	0.80	0.80	0.80	Ø10" @ 20	Ø12" @ 20
Z-2	1.00	1.00	0.80	Ø9" @ 20	Ø12" @ 20
Z-3	2.00	1.00	0.80	Ø9" @ 20	Ø12" @ 20

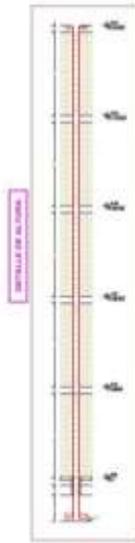
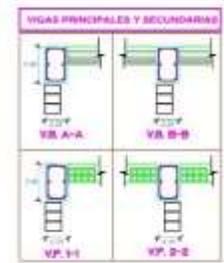
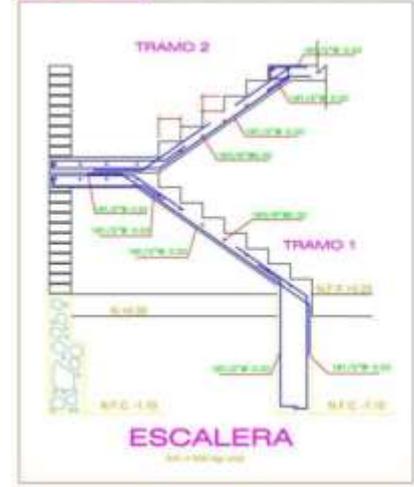
CUADRO DE COLUMNAS

TIPO	REFUERZO
C-1	EST Ø3/8" 4@0.05, 1@0.10, 2@0.15, Raf@0.25, e/c
C-2	EST Ø3/8" 4@0.05, 1@0.10, 2@0.15, Raf@0.25, e/c
C-3	EST Ø3/8" 4@0.05, 1@0.10, 2@0.15, Raf@0.25, e/c
C-4	EST Ø3/8" 4@0.05, 1@0.10, 2@0.15, Raf@0.25, e/c

LOSA ALIGERADA



ESCALERA



	Universidad Cesar Vallejo	
	Proyecto: Desarrollo plano de edificios multifamiliares insertando aligerados de energía, edificio Dos Caeris Icaica, Puno 2022	
	Facultad: Ingeniería Civil	Licenciatura:
	Mater: Gestión Constr. Vicio Zonas	A-1
	Asesor: Abel Alberto Muñoz Paredes	Diseño: [Blank]



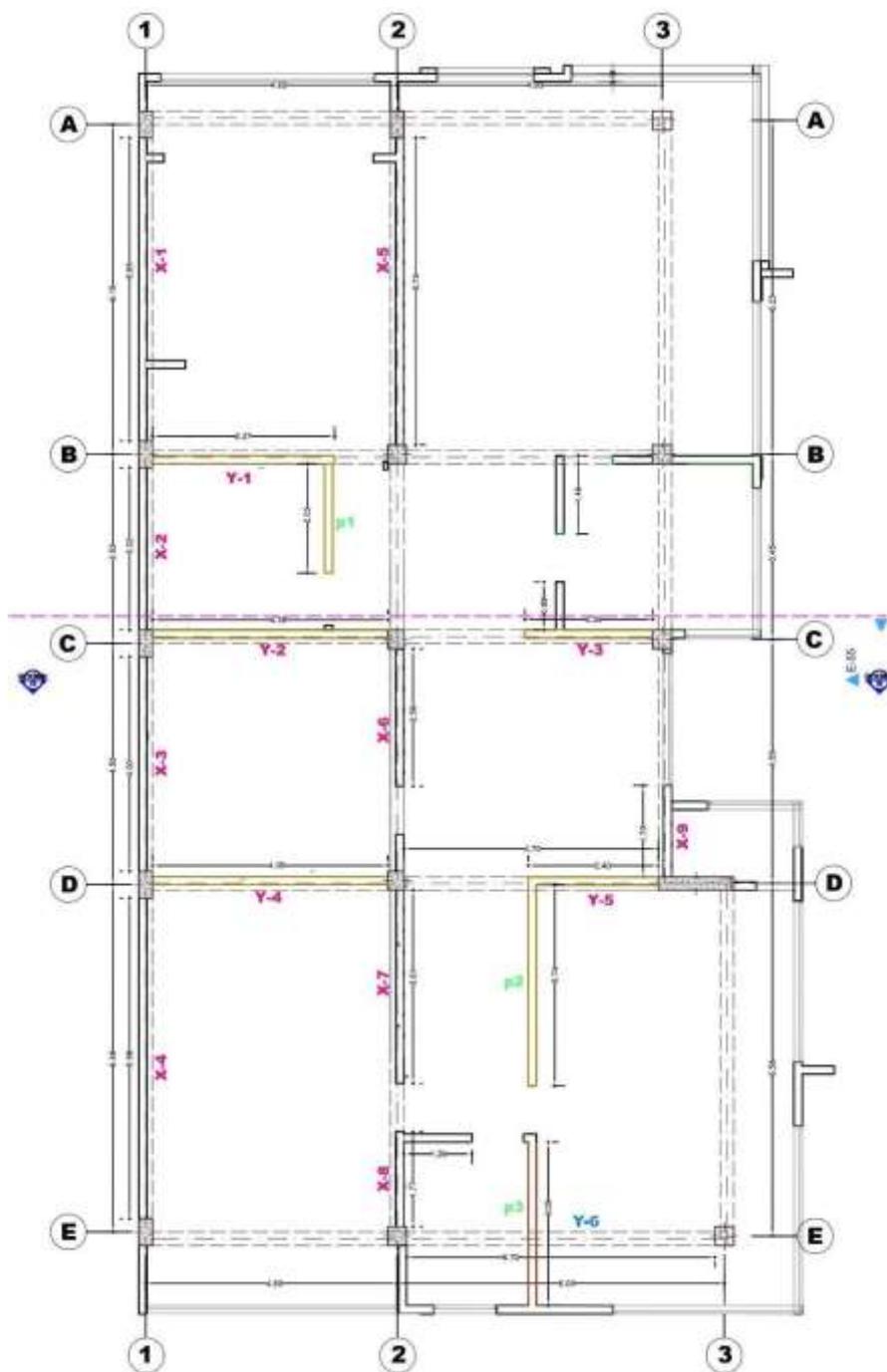
Elevación corte A1



Elevación principal

	Universidad César Vallejo	
	Proyecto: Desarrollo técnico de edificios multifamiliares insertando dispositivos de energía, edificio Qlar (Llama Jalisco, Puno 2022)	
	Cargos: Ingeniero civil	Lema:
	Bar: Daniel Córdova Villa Zapata	N.º 2
Autor: Abel Alberto Muñoz Pazarmayta		Escala: 1:500

Anexo 5. Plano típico de distribución de muros para el metrado de cargas

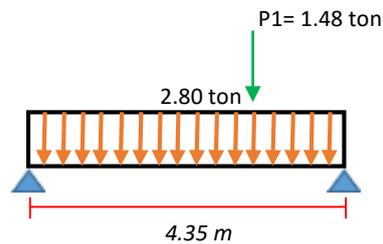


Metrado de cargas estaticas: (Muros Eje 1-1)					
Denominación	Espesor (m)	Altura (m)	Long. (m)	PEsp. Mampostería (ton/m3)	Total (ton)
X1	0.15	2.70	5.65	1.80	4.12
X2	0.15	2.70	3.02	1.80	2.20
X3	0.15	2.70	4.00	1.80	2.92
X4	0.15	2.70	5.98	1.80	4.36

Metrado de cargas estaticas: (Muros Eje 2-2)					
Denominación	Espesor (m)	Altura (m)	Long. (m)	PEsp. Mampostería (ton/m3)	Total (ton)
X5	0.15	2.70	5.73	1.80	4.18
X6	0.15	2.70	2.56	1.80	1.87
X7	0.15	2.70	3.61	1.80	2.63
X8	0.15	2.70	1.77	1.80	1.29

Metrado de cargas estaticas: (Muros Eje 3-3)					
Denominación	Espesor (m)	Altura (m)	Long. (m)	PEsp. Mampostería (ton/m3)	Total (ton)
X9	0.15	2.70	1.70	1.80	1.24

Metrado de cargas estaticas: (Muros Eje B-B)					
Denominación	Espesor (m)	Altura (m)	Long. (m)	PEsp. Mampostería (ton/m3)	Total (ton)
Y1	0.15	2.70	3.37	1.80	2.46
P1	0.15	2.70	2.03	1.80	1.48
Y1=					2.80

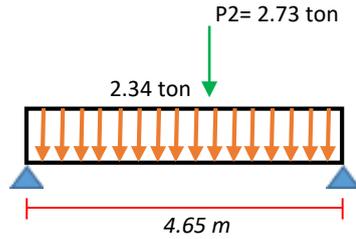


$$Y1 \rightarrow \text{Mag} = \frac{P}{L_{\text{tram}}} = \frac{1.48}{4.35} = 0.34 + 2.46 = 2.80 \text{ Ton}$$

Metrado de cargas estaticas: (Muros Eje C-C)					
Denominación	Espesor (m)	Altura (m)	Long. (m)	PEsp. Mampostería (ton/m3)	Total (ton)
Y2	0.15	2.70	4.35	1.80	3.17
Y3	0.15	2.70	2.36	1.80	1.72

Metrado de cargas estaticas: (Muros Eje D-D)

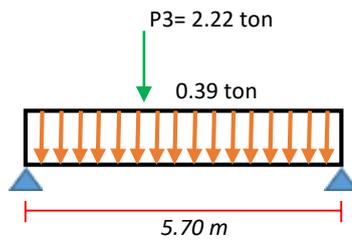
Denominación	Espesor (m)	Altura (m)	Long. (m)	PEsp. Mampostería (ton/m3)	Total (ton)	
Y4	0.15	2.70	4.35	1.80	3.17	
Y5	0.15	2.70	2.40	1.80	1.75	
P2	0.15	2.70	3.74	1.80	2.73	
					Y5=	2.34



$$Y5 \rightarrow \text{Mag} = \frac{P}{L_{\text{tram}}} = \frac{2.73}{4.65} = 0.59 + 1.75 = 2.34 \text{ Ton}$$

Metrado de cargas estaticas: (Muros Eje E-E)

Denominación	Espesor (m)	Altura (m)	Long. (m)	PEsp. Mampostería (ton/m3)	Total (ton)	
Y6 -- P3	0.15	2.70	3.05	1.80	2.22	
					Mag=	0.39



$$Y6 - P3 \rightarrow \text{Mag} = \frac{P}{L_{\text{tram}}} = \frac{2.22}{5.70} = 0.39 \text{ ton}$$

Anexo 6. Panel fotográfico

Figura 1 Ensayo de SPT (Estándar Penetration Test)



Figura 2 Ensayo de SPT



Figura 3 Ensayo de esclerometría (Esclerómetro)



Figura 3 Ensayo de esclerometría



Anexo 7. Solicitud de autorización



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

SOLICITO: Petición para el acceso y recolección de datos de la edificación.

SEÑORES PROPIETARIOS:

Sr(a) Ana Díaz Cuenta.

Sr. Luis Díaz Cuenta.

Sr. Felipe Díaz Cuenta.

Yo, DORLAND CLINTON VILCA ZAPANA, identificado con DNI N° 71941600, con domicilio en el Jr. Junín N° 624 de la ciudad de Juliaca, ante Uds., con el debido respeto me presento y expongo:

Que siendo alumno egresado bachiller de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y deseando efectuar mi trabajo de proyecto de investigación "Tesis" que está en etapa de desarrollo sobre esta importante edificación, es por lo que recorro a su digna propiedad con la finalidad de solicitar cordialmente PERMITIRME REALIZAR MI TRABAJO PROFESIONAL, que para lo cual estoy dispuesto en cumplir plenamente con las disposiciones del caso, efectuando mis funciones que correspondan con responsabilidad. Adjunto a la presente mi Avance del Proyecto de Investigación.

POR LO EXPUESTO

presente por ser justo y legal.

Ruego a Uds., se sirvan a acceder a la

Juliaca, 05 de abril del 2022.

DORLAND CLINTON VILCA ZAPANA

DNI N° 71941604

FAMILIA DIAZ CUENTA

Anexo 8. Certificados de laboratorio de los ensayos (SPT) y (Esclerometria)



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)

STANDARD TEST METHOD FOR STANDARD PENETRATION TEST (SPT) AND SPLIT-BARREL SAMPLING OF SOILS (ASTM D1586 / D1586M - 18)

PROYECTO	DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISIPADORES DE ENERGÍA, EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, PUNO 2023	Registro N°	1_16V_2023-0411-SPT1@G&C
		Fecha	18 de Abril del 2023
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, EN LA CIUDAD DE JULIACA - PROV. SAN ROMÁN - DEP. PUNO		
PROVENIENCIA	SUELO NATURAL		
PERFORACION	SPT - 01	SOLICITANTE	Boch, Dorland Cliton VELCA ZAPANA
MUESTRA	Secciones de 0.45 m		
PROFUND.	0.00 - 3.15 m	TAMANO MÁXIMO	1 3/2 in.
		NIVEL FREÁTICO	N.E.

DESCRIPCIÓN VISUAL - MANUAL	PROFUNDIDAD	N ₁	N ₂	N ₃	N _{total}	$q_{spt}^{correctado}$ KN/m ²	N ₆₀ (C _u) arriba	C _u	N ₆₀ abajo	N ₆₀
	0.00 - 0.45	8	10	18	28	4.50	38.70	1.81	74	18
	0.45 - 0.90	28	14	13	27	13.50	27.20	1.78	66	17
	0.90 - 1.35	12	8	4	13	23.83	17.08	1.62	29	8
	1.35 - 1.80	4	4	5	9	33.08	12.80	1.50	19	6
	1.80 - 2.25	7	2	3	5	42.53	8.22	1.40	10	3
	2.25 - 2.70	8	7	7	14	51.98	19.27	1.32	25	6
	2.70 - 3.15	16	11	11	22	61.43	30.43	1.24	38	14

Boch, Dorland Cliton VELCA ZAPANA
 Ing. Civil - Geotecnia
 18 de Abril del 2023

Boch, Dorland Cliton VELCA ZAPANA
 Ing. Civil - Geotecnia
 18 de Abril del 2023



ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)

STANDARD TEST METHOD FOR STANDARD PENETRATION TEST (SPT) AND SPLIT-BARREL SAMPLING OF SOILS (ASTM D1586 / DIS20M - 03)

PROYECTO : DESPERFERO SISMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISIPADORES DE ENERGIA, EDIFICIO DIAS CUENTA JULIACA, PUNO 2022	Registro N° : 17_020_V202-04/01-SPT/003-1-002
	Fecha : 18 de Abril del 2022
DATOS GENERALES	
UBICACIÓN : EDIFICIO DIAS CUENTA JULIACA, EN LA CIUDAD DE JULIACA - PROV. SAN ROMÁN - DEPT. PUNO	
PROCEDENC : SUELO NATURAL	SOLICITANTE : Ingt. Darland Olayta VELAZ ZAMANA.
PERFORACION : SPT - 01	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.
MUESTRA : Secciónes de 0.45 m	NIVEL FREÁTICO : N.E.
PROFUND. : 0.00 - 3.10 m	

PROFUNDIDAD	N golpes	σ'_{vm} Mn/m ²	C _u	N correctado	N ₆₀	N ₆₅	ÁNGULO DE FRICCIÓN					Es (kPa)			Densidad Relativa Meyerhof (1957)		
							Terzaghi & Peck 1948	Meyerhof 1963	Peck 1974	Schmertmann 1973	Hatanaka & Uchida 1986	Promedio	Bowles 1960	Schmertmann 1970	Promedio	Condición	Dr (%)
0.00 - 0.45	28	4.50	1.31	38.73	18	21	38	101	67	53	73	65.9	13433	10305	36369	Muy denso	48.4
0.45 - 0.90	27	13.50	1.76	37.35	17	20	35	87	60	52	68	60.4	13089	52052	32870	Muy denso	28.8
0.90 - 1.35	13	33.63	1.62	17.98	8	10	32	50	41	44	51	43.4	6246	23275	15760	Mediamente denso	15.2
1.35 - 1.80	9	33.09	1.52	12.45	6	8	31	40	35	40	44	37.8	6903	14969	10816	Mediamente denso	10.8
1.80 - 2.25	5	42.53	1.48	6.80	3	4	30	31	31	34	37	32.5	48529	48529	48529	Suelto	7.1
2.25 - 2.70	14	51.98	1.32	19.37	9	13	32	42	37	43	46	40.0	8592	20389	14460	Mediamente denso	10.8
2.70 - 3.10	21	49.94	1.24	30.43	14	21	34	49	40	46	51	44.2	11358	30165	26762	Denso	12.4

[Signature]
 Ing. Darland Olayta Velaz Zamana
 Responsable de Laboratorio de Ensayos de Materiales
 G&C Geotechnik

[Signature]
 Ing. Darland Olayta Velaz Zamana
 Responsable de Laboratorio de Ensayos de Materiales
 G&C Geotechnik

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

STANDARD TEST METHOD FOR STANDARD PENETRATION TEST (SPT) AND SPLIT-BARREL SAMPLING OF SOILS (ASTM D1586 / D1586M - 18)

PROYECTO : DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISIPADORES DE ENERGÍA, EDIFICIO DIAS CUENTA JULIACA, PUNO 2022	Registro N° : T./UCV.VZDC-04/21-SPT01@3.1 Fecha : 18 de Abril del 2021
DATOS GENERALES	
UBICACIÓN : EDIFICIO DIAS CUENTA JULIACA, EN LA CIUDAD DE JULIACA - PROV. SAN ROMÁN - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA : SUELO NATURAL	SOLICITANTE : Bach. Dorland Clinton VILCA ZAPANA,
PERFORACION : SPT - 01	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.
MUESTRA : Secciones de 0.45 m	NIVEL FREÁTICO : N.E.
PROFUND. : 3.10 m.	

REGISTRO DE SONDAJES

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR	
				N SPT	f (kg/cm ²) suele frotamiento	c (kg/cm ²) suele cohesión	N ₆₀	SP de golpe (kg)
0.15		GRAVA PROBEMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP-GM	39	66		15.00	15.00
0.40		GRAVA PROBEMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP-GM	37	60		15.00	15.00
0.60		GRAVA PROBEMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP-GM				15.00	15.00
0.75		GRAVA PROBEMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP-GM				15.00	15.00
1.00		GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	GW	18	43		15.00	15.00
1.20		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CL	13	38		15.00	15.00
1.40	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CL	7	32		15.00	15.00	
1.60	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CL	19	40		15.00	15.00	
1.80	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CL	35	44		15.00	15.00	
2.00						15.00	15.00	
2.20						15.00	15.00	
2.40						15.00	15.00	
2.60						15.00	15.00	
2.80						15.00	15.00	
3.00						15.00	15.00	
3.10						15.00	15.00	

BACH. DORLAND CLINTON VILCA ZAPANA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES
 G&C GEOTECHNIK

ING. ALEX LAR. SUROST CILLA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES
 G&C GEOTECHNIK

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)

STANDARD TEST METHOD FOR STANDARD PENETRATION TEST (SPT) AND SPLIT-BARREL SAMPLING OF SOILS (ASTM D1586 / D1586M - 18)

PROYECTO	DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISIPADORES DE ENERGÍA, EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, PUÑO 2022	Registro N° : T_UCV_V2DC-04/21-SPT01@3.1-4 Fecha : 18 de Abril del 2021
-----------------	---	--

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, EN LA CIUDAD DE JULIACA - PROV. SAN ROMÁN - DEP. PUÑO	
PROCEDECENCIA	SUELO NATURAL	OLICITANTE : Bach. Dorland Clinton VILCA ZAPANA
PERFORACION	SPT - 01	
MUESTRA	Secciones de 0.45 m	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.
PROFUND.	3.10 m	NIVEL FREÁTICO : N.E.

REGISTRO DE SONDAJES										
PROP. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES					ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR	
				N SPT	q (T) Ancho Ovalado	γ (Kg/cm ³) Peso Volumétrico	σ _v kg/cm ²	σ _v kg/cm ²	q _{tip} kg/cm ²	q _{tip} kg/cm ²
0.15		GRAVA PROBEMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP-GM	39	66	1.45	2.91	0.968		
0.45		GRAVA PROBEMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP-GM	37	60	1.40	2.80	0.934		
0.75		GRAVA PROBEMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP-GM							
1.00		GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	GW	18	43	0.87	1.35	0.450		
1.35		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CL	12	38	0.47	0.93	0.311		
1.70		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CL	7	32	0.26	0.52	0.173		
2.05		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CL	19	40	0.73	1.45	0.484		
2.40		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CL	30	44	1.14	2.28	0.781		

BACH. DORLAND CLINTON VILCA ZAPANA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES
 G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR
 045-2088114

BACH. DORLAND CLINTON VILCA ZAPANA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES
 G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR
 045-2088114

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA O PRUEBA DE MARTILLO DE REBOTE

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE (ASTM C 805 / C 805 - 18)

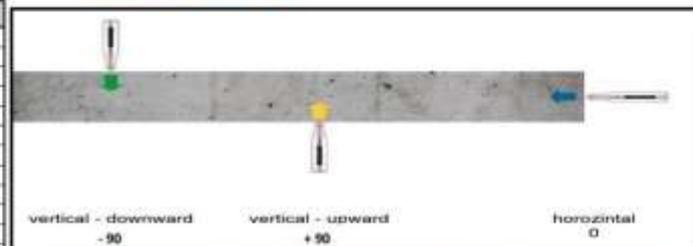
TESTES	: DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISEPADORES DE ENERGÍA, EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, PUNO 2022	Registro N° : UCY-VZDC-04/22-008-GAC
		Fecha : 18 de Abril del 2022

DATOS GENERALES	
LOCALIZACIÓN	: EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, EN LA CIUDAD DE JULIACA - PROV. SAN ROMÁN - DEP. PUNO
SOLICITANTE	: Bach. Dorland Clinton VILCA ZAPANA
MARCA DE EQUIPO	: E.O. SCHMIDT, BASEL, SWITZERLAND
MATERIAL	: CONCRETO ENDURECIDO
COORDENADAS	
ESTE	: -
NORTE	: -

DATOS DE UBICACIÓN DE LA PRUEBA		
TIPO DE EDIFICACION	EDIFICIO MULTIFAMILIAR	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA
ELEMENTO E*	COLUMNA --- C-01	210 kg/cm2
		EDAD DEL CONCRETO
		04 años

LECTURA DE REBOTE - R

PRUEBA N° 01	
INDICE DE REBOTE N° 01	30
INDICE DE REBOTE N° 02	38
INDICE DE REBOTE N° 03	36
INDICE DE REBOTE N° 04	32
INDICE DE REBOTE N° 05	38
INDICE DE REBOTE N° 06	38
INDICE DE REBOTE N° 07	36
INDICE DE REBOTE N° 08	36
INDICE DE REBOTE N° 09	38
INDICE DE REBOTE N° 10	38
INDICE DE REBOTE N° 11	38
INDICE DE REBOTE N° 12	38
INDICE DE REBOTE N° 13	38
INDICE DE REBOTE N° 14	40
INDICE DE REBOTE N° 15	38
INDICE DE REBOTE N° 16	38
PROMEDIO	37



ÁNGULO DE IMPACTO
 $\alpha = 0^\circ$

FACTOR DE CORRECCIÓN
2

N°	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	INDICE DE REBOTE CORREGIDO	F'c LECTURA kg/cm ²	EDAD Años	% CORRECCIÓN	F'c kg/cm2
P - 01	COLUMNA --- C-01	37	35	320	4	19%	F'c max. 380.67
	EDIFICIO MULTIFAMILIAR						F'c min. 259.33

PANEL FOTOGRAFICO



OBSERVACIONES

PARA LA EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE ESCLEROMETRÍA SE TRABAJÓ EN ÁREAS SIN TABLAJE, SIN OBRAS DE REMEDIACIÓN, SIN OBRAS DE REPARACIÓN Y SIN OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN.
LA PRUEBA SE REALIZÓ CUMPLIENDO LAS EXIGENCIAS DE LA NORMATIVA, Y SE REALIZÓ EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

Bach. LEYDIY CRISTINA YANA LOZANDY
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE DE LA UNIÓN 1000
PUNO - PERÚ

ING. ALEX LIMA GOMEZ CALA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE DE LA UNIÓN 1000
PUNO - PERÚ

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA O PRUEBA DE MARTILLO DE REBOTE

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE (ASTM C 805 / C 805 - 18)

TESIS		: DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISIPADORES DE ENERGÍA, EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, PUNO 2022		Registro N°	: UCY_VZDC-04/22-009-G&C
				Fecha	: 18 de Abril del 2022
DATOS GENERALES					
LOCALIZACIÓN	: EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, EN LA CIUDAD DE JULIACA - PROV. SAN ROMÁN - DEP. PUNO				
SOLICITANTE	: Bach. Dorland Clinton VILCA ZAPANA			COORDENADAS	
MARCA DE EQUIPO	: E.O. SCHMIDT. BASEL, SWITZERLAND			ESTE	: -
MATERIAL	: CONCRETO ENDURECIDO			NORTE	: -
DATOS DE UBICACIÓN DE LA PRUEBA					
TIPO DE EDIFICACION	EDIFICIO MULTIFAMILIAR	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA	210 kg/cm2		
ELEMENTO E*	COLUMNA --- C-02	EDAD DEL CONCRETO	04 años		

LECTURA DE REBOTE - R

PRUEBA N° 02	
INDICE DE REBOTE N° 01	38
INDICE DE REBOTE N° 02	40
INDICE DE REBOTE N° 03	42
INDICE DE REBOTE N° 04	40
INDICE DE REBOTE N° 05	40
INDICE DE REBOTE N° 06	40
INDICE DE REBOTE N° 07	42
INDICE DE REBOTE N° 08	42
INDICE DE REBOTE N° 09	40
INDICE DE REBOTE N° 10	36
INDICE DE REBOTE N° 11	42
INDICE DE REBOTE N° 12	40
INDICE DE REBOTE N° 13	42
INDICE DE REBOTE N° 14	42
INDICE DE REBOTE N° 15	36
INDICE DE REBOTE N° 16	38
PROMEDIO	40

ÁNGULO DE IMPACTO
$\alpha = 0^\circ$
FACTOR DE CORRECCIÓN
2

N°	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	INDICE DE REBOTE CORREGIDO	F'c LECTURA kg/cm ²	EDAD Años	% CORRECCIÓN	F'c kg/cm ²
P - 02	COLUMNA --- C-02	40	38	380	4	18%	F'c max. 446.66
	EDIFICIO MULTIFAMILIAR						F'c min. 313.34

PANEL FOTOGRAFICO



OBSERVACIONES

PARA LA EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE ESCLEROMETRÍA SE TRABAJO EN AREAS SIN TUBOS PARA LA PASADIZA DE LA ESCALERA. LA PRUEBA SE REALIZÓ CUMPLIENDO LAS EXIGENCIAS DE LA NORMATIVA; Y SE REALIZÓ EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

Bach. DORLAND CLINTON VILCA ZAPANA
 SOLICITANTE
 CIP: 209176

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALJA
 INGENIERO EN MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA O PRUEBA DE MARTILLO DE REBOTE

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE (ASTM C 805 / C 805 - 18)

TESIS	: DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISIPADORES DE ENERGÍA, EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, PUNO 2022.	Registro N°	: UCV_V2DC-04/22-010-64C.
		Fecha	: 18 de Abril del 2022

DATOS GENERALES			
LOCALIZACIÓN	: EDIFICIO DIAS CUENTA JULIACA, EN LA CIUDAD DE JULIACA - PROV. SAN ROMÁN - DEP. PUNO		
SOLICITANTE	: Bach, Dorland Clinton VILCA ZAPANA		
MARCA DE EQUIPO	: E.O. SCHMIDT, BASEL, SWITZERLAND		
MATERIAL	: CONCRETO ENDURECIDO		
	COORDENADAS		
	ESTE	: -	
	NORTE	: -	

DATOS DE UBICACIÓN DE LA PRUEBA			
TIPO DE EDIFICACION	EDIFICIO MULTIFAMILIAR	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA	210 kg/cm ²
ELEMENTO E^o	COLUMNA --- C-03	EDAD DEL CONCRETO	04 años

LECTURA DE REBOTE - R

PRUEBA N° 03	
INDICE DE REBOTE N° 01	37
INDICE DE REBOTE N° 02	40
INDICE DE REBOTE N° 03	44
INDICE DE REBOTE N° 04	40
INDICE DE REBOTE N° 05	42
INDICE DE REBOTE N° 06	41
INDICE DE REBOTE N° 07	40
INDICE DE REBOTE N° 08	39
INDICE DE REBOTE N° 09	40
INDICE DE REBOTE N° 10	38
INDICE DE REBOTE N° 11	39
INDICE DE REBOTE N° 12	43
INDICE DE REBOTE N° 13	43
INDICE DE REBOTE N° 14	44
INDICE DE REBOTE N° 15	41
INDICE DE REBOTE N° 16	43
PROMEDIO	41

vertical - downward
- 90

vertical - upward
+ 90

horizontal
0

ÁNGULO DE IMPACTO
$\alpha = 0^\circ$
FACTOR DE CORRECCIÓN
2

N°	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	INDICE DE REBOTE CORREGIDO	F'c LECTURA kg/cm ²	EDAD Años	% CORRECCIÓN	F'c kg/cm ²
P - 03	COLUMNA --- C-03	41	39	400	4	17%	F'c max. 468.56
	EDIFICIO MULTIFAMILIAR						F'c min. 331.44



OBSERVACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE ESCLEROMETRÍA SE TRABAJÓ EN ÁREAS SIN TABLAJE, SIN COBERTURA Y SIN ARMADURA. LA PRUEBA SE REALIZÓ CUMPLIENDO LAS EXIGENCIAS DE LA NORMATIVA, Y SE REALIZÓ EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

ING. L. MARY CARMEN FAJANA CONDORI
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
C/ PUNO DE LAS AMÉRICAS
TEL: 051 944 000 000

ING. ALEX ULMAR GÓMEZ CALLA
DIR. DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
C/ PUNO DE LAS AMÉRICAS
TEL: 051 944 000 000

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA O PRUEBA DE MARTILLO DE REBOTE

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE (ASTM C 805 / C 805 - 18)

TESIS	: DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISIPADORES DE ENERGÍA, EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, PUNO 2022	Registro N°	: UCY_VZDC-04/22-011-G&C
		Fecha	: 18 de Abril del 2022
DATOS GENERALES			
LOCALIZACIÓN	: EDIFICIO DIAS CUENTA JULIACA, EN LA CIUDAD DE JULIACA - PROV. SAN ROMÁN - DEP. PUNO		
SOLICITANTE	: Bach. Dorland Clinton VILCA ZAPANA		COORDENADAS
MARCA DE EQUIPO	: E.O. SCHMIDT, BASEL, SWITZERLAND		ESTE
MATERIAL	: CONCRETO ENDURECIDO		NORTE
DATOS DE UBICACIÓN DE LA PRUEBA			
TIPO DE EDIFICACIÓN	EDIFICIO MULTIFAMILIAR	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA	210 kg/cm ²
ELEMENTO E*	COLUMNA --- C-04	EDAD DEL CONCRETO	04 años

LECTURA DE REBOTE - R

PRUEBA N° 04	
INDICE DE REBOTE N° 01	38
INDICE DE REBOTE N° 02	36
INDICE DE REBOTE N° 03	38
INDICE DE REBOTE N° 04	38
INDICE DE REBOTE N° 05	36
INDICE DE REBOTE N° 06	36
INDICE DE REBOTE N° 07	38
INDICE DE REBOTE N° 08	38
INDICE DE REBOTE N° 09	38
INDICE DE REBOTE N° 10	38
INDICE DE REBOTE N° 11	38
INDICE DE REBOTE N° 12	38
INDICE DE REBOTE N° 13	38
INDICE DE REBOTE N° 14	40
INDICE DE REBOTE N° 15	38
INDICE DE REBOTE N° 16	38
PROMEDIO	38

ÁNGULO DE IMPACTO
$\alpha = 0^\circ$

FACTOR DE CORRECCIÓN
2

N°	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	INDICE DE REBOTE CORREGIDO	F'c LECTURA kg/cm ²	EDAD Años	% CORRECCIÓN	F'c kg/cm ²
P - 04	COLUMNA --- C-04	38	36	340	4	10%	F'c max. 402.72
	EDIFICIO MULTIFAMILIAR						F'c mín. 277.28

PANEL FOTOGRAFICO



OBSERVACIONES

PARA LA EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE ESCLEROMETRÍA SE TRABAJÓ EN ÁREAS SIN TRABAJO SIN PLAN DE EVALUACIÓN.
LA PRUEBA SE REALIZÓ CUMPLIENDO LAS EXIGENCIAS DE LA NORMATIVA; Y SE REALIZÓ EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

Bach. C. VILCA CLAYTON VILCA CONDORI
INGENIERO EN MATERIALES
CALLE SAN JUAN DE LOS RIOS 1000
PUNO - PERU

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
INGENIERO EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE SAN JUAN DE LOS RIOS 1000
PUNO - PERU

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA O PRUEBA DE MARTILLO DE REBOTE

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE (ASTM C 805 / C 805 - 1B)

TESIS	: DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISIPADORES DE ENERGÍA, EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, PUNO 2022	Registro N° : UCV_V20C-04/22-012-G&C	Fecha : 18 de Abril del 2022
DATOS GENERALES			
LOCALIZACIÓN	: EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, EN LA CIUDAD DE JULIACA - PROV. SAN ROMÁN - DEP. PUNO		
SOLICITANTE	: Bach. Dorland Clinton VILCA ZAPANA	COORDENADAS	
MARCA DE EQUIPO	: E.O. SCHMIDT, BASEL, SWITZERLAND	ESTE : : -	NORTE : : -
MATERIAL	: CONCRETO ENDURECIDO		
DATOS DE UBICACIÓN DE LA PRUEBA			
TIPO DE EDIFICACION	EDIFICIO MULTIFAMILIAR	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA	210 kg/cm2
ELEMENTO E*	VIGA PRINCIPAL ---- V-P	EDAD DEL CONCRETO	04 años

LECTURA DE REBOTE - R

PRUEBA N° 04	
INDICE DE REBOTE N° 01	36
INDICE DE REBOTE N° 02	32
INDICE DE REBOTE N° 03	34
INDICE DE REBOTE N° 04	36
INDICE DE REBOTE N° 05	32
INDICE DE REBOTE N° 06	38
INDICE DE REBOTE N° 07	38
INDICE DE REBOTE N° 08	38
INDICE DE REBOTE N° 09	35
INDICE DE REBOTE N° 10	38
INDICE DE REBOTE N° 11	38
INDICE DE REBOTE N° 12	38
INDICE DE REBOTE N° 13	36
INDICE DE REBOTE N° 14	35
INDICE DE REBOTE N° 15	38
INDICE DE REBOTE N° 16	38
PROMEDIO	36

vertical - downward
- 90

vertical - upward
+ 90

horizontal
0

ÁNGULO DE IMPACTO
$\alpha = 0^\circ$
FACTOR DE CORRECCIÓN
2

N°	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	INDICE DE REBOTE CORREGIDO	F'c LECTURA kg/cm ²	EDAD Años	% CORRECCIÓN	F'c kg/cm ²
P - 04	VIGA PRINCIPAL ---- V-P	36	34	300	4	20%	F'c max. 358.56
	EDIFICIO MULTIFAMILIAR						F'c min. 241.44

PANEL FOTOGRAFICO



OBSERVACIONES

PARA LA EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE ESCLEROMETRÍA SE TRABAJÓ EN ÁREAS SIN TRABAJOS DE REPARACIÓN. LA PRUEBA SE REALIZÓ CUMPLIENDO LAS EXIGENCIAS DE LA NORMATIVA; Y SE REALIZÓ EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
 INGENIERO EN MATERIALES
 CIP: 289178

ING. DORLAND CLINTON VILCA ZAPANA
 INGENIERO EN MATERIALES
 CIP: 289178

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA O PRUEBA DE MARTILLO DE REBOTE

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE (ASTM C 805 / C 805 - 18)

TESTS	: DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISIPADORES DE ENERGÍA, EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, PUNO 2022.	Registro N°	: UCY_VZDC-04/22-013-G&C
		Fecha	: 18 de Abril del 2022
DATOS GENERALES			
LOCALIZACIÓN	: EDIFICIO DÍAS CUENTA JULIACA, EN LA CIUDAD DE JULIACA - PROV. SAN ROMÁN - DEP. PUNO		
SOLICITANTE	: Bach. Dorland Clinton VILCA ZAPANA		COORDENADAS
MARCA DE EQUIPO	: E.O. SCHMIDT, BASEL SWITZERLAND		ESTE
MATERIAL	: CONCRETO ENDURECIDO		NORTE
DATOS DE UBICACIÓN DE LA PRUEBA			
TIPO DE EDIFICACIÓN	EDIFICIO MULTIFAMILIAR	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA	210 kg/cm ²
ELEMENTO E*	VIGA SECUNDARIA --- V-S	EDAD DEL CONCRETO	04 años

LECTURA DE REBOTE - R

PRUEBA N° 04	
INDICE DE REBOTE N° 01	34
INDICE DE REBOTE N° 02	34
INDICE DE REBOTE N° 03	36
INDICE DE REBOTE N° 04	32
INDICE DE REBOTE N° 05	30
INDICE DE REBOTE N° 06	33
INDICE DE REBOTE N° 07	30
INDICE DE REBOTE N° 08	34
INDICE DE REBOTE N° 09	31
INDICE DE REBOTE N° 10	33
INDICE DE REBOTE N° 11	
INDICE DE REBOTE N° 12	
INDICE DE REBOTE N° 13	
INDICE DE REBOTE N° 14	
INDICE DE REBOTE N° 15	
INDICE DE REBOTE N° 16	
PROMEDIO	33

ÁNGULO DE IMPACTO
 $\alpha = 0^\circ$

FACTOR DE CORRECCIÓN
2

N°	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	INDICE DE REBOTE CORREGIDO	F'c LECTURA kg/cm ²	EDAD Años	% CORRECCIÓN	F'c kg/cm ²
P - 04	VIGA SECUNDARIA --- V-S	33	31	280	4	20%	F'c max. 336.39
	EDIFICIO MULTIFAMILIAR						F'c mn. 223.61

PANEL FOTOGRAFICO


OBSERVACIONES

PARA LA EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE ESCLEROMETRÍA SE TRABAJÓ EN ÁREAS SIN TRABAJOS DE REPARACIÓN.
LA PRUEBA SE REALIZÓ CUMPLIENDO LAS EXIGENCIAS DE LA NORMATIVA, Y SE REALIZÓ EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

Bach. LIC. WARY LARSEN YANA CONDORI
DIRECTORA GENERAL DE LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
TEL: 051 975300

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 208178

Anexo 10. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES / ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS

G&C GEOTECHNIK M.T.L.
G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 AV. SIMON BOLIVAR 2740 BR. CHANU CHANU 1 CDRA GRIFO DEL CUARTEL
 PUNO - PUNO - PUNO

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA
RUC: 20601125405
EB01-24

Fecha de Vencimiento :
 Fecha de Emisión : **25/04/2022**
 Señor(es) : **DORLAND CLINTON VILCA ZAPANA**
 DNI : **71941600**
 Tipo de Moneda : **SOLES**
 Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO, ENSAYO DE SPT Y ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA EN BENEFICIO DE LA TESIS: DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES INSERTANDO DISIPADORES DE ENERGIA, EDIFICIO DIAS CUENTA JULIACA, PUNO 2022	1016.95	0.00	1,200.001	0.00

Otros Cargos : S/0.00
 Otros Tributos : S/0.00
 ICBPER : S/ 0.00
 Importe Total : S/1,200.00

SON: UN MIL DOSCIENTOS Y 00/100 SOLES

Op. Gravada :	S/ 1,016.95
Op. Exonerada :	S/ 0.00
Op. Inafecta :	S/ 0.00
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 183.05
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 1,200.00

(*) Sin impuestos.
 (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.



Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.

Anexo 11. Solicitud y consentimiento de uso e información sobre el disipador SLB proporcionada por el Dc. Luis Bozzo.

dorland vilca zapana <ing70.apicadag@gmail.com>
para info < >
Jul 31 mar, 2022 ☆ ↵

Dr. Ing. Luis Bozzo, expresarle mis saludos, disculpe la molestia quería pedir su consentimiento para usar el disipador SLB para mi tesis que ando realizando que lleva como título "Desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio Diaz Cuente Juilca, Puno 2022", gracias por su cordialidad, esperando su pronta respuesta.

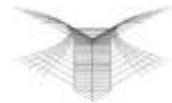
Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.L. <info@luisbozzo.com>
para MI < >
4 abr 2022, 9:58 ☆ ↵

Estimado Dorland

Claro con gusto lo autorizo y me solo eso sino que quedamos a tu disposición para apoyarte en lo que necesites al respecto. Para ello anota el correo de info@luisbozzo.com y para cualquier duda aquí nos encontramos

Atentamente

Luis M. Bozzo, MSc., PhD.



Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.L.

Anexo 12. Precio total de disipadores histeréticos de tipos SLB y ADAS en el edificio de 5 pisos.

<i>Lista de precios de disipadores SLB y ADAS</i>				
<i>ITEM</i>	<i>DISIPADOR</i>	<i>TOTAL</i>	<i>PRECIO UNITARIO</i>	<i>SUB TOTAL</i>
1	SLB3 25_A	1	\$850	\$850
2	ADAS	1	\$800	\$800

<i>Precio total de disipadores de tipo SLB en el edificio de 5 pisos</i>						
<i>Piso</i>	<i>Eje E</i>	<i>Eje A</i>	<i>Eje 1</i>	<i>Eje 3</i>	<i>Costo (\$)</i>	<i>Costo (S/)</i>
N. 5	SLB3 25_9	SLB3 25_9	SLB3 25_9	SLB3 25_9	3,400.00	12,240.00
N. 4	SLB3 25_9	SLB3 25_9	SLB3 25_9	SLB3 25_9	3,400.00	12,240.00
N. 3	SLB3 25_9	SLB3 25_9	SLB3 25_9	SLB3 25_9	3,400.00	12,240.00
N. 2	SLB3 25_9	SLB3 25_9	SLB3 25_9	SLB3 25_9	3,400.00	12,240.00
N. 1	SLB3 25_9	SLB3 25_9	SLB3 25_9	SLB3 25_9	3,400.00	12,240.00
					Total:	61,200.00

<i>Precio total de disipadores de tipo ADAS en el edificio de 5 pisos</i>						
<i>Piso</i>	<i>Eje E</i>	<i>Eje A</i>	<i>Eje 1</i>	<i>Eje 3</i>	<i>Costo (\$)</i>	<i>Costo (S/)</i>
N. 5	ADAS RIG.	ADAS RIG.	ADAS RIG.	ADAS RIG.	3,200.00	11,520.00
N. 4	ADAS RIG.	ADAS RIG.	ADAS RIG.	ADAS RIG.	3,200.00	11,520.00
N. 3	ADAS RIG.	ADAS RIG.	ADAS RIG.	ADAS RIG.	3,200.00	11,520.00
N. 2	ADAS RIG.	ADAS RIG.	ADAS RIG.	ADAS RIG.	3,200.00	11,520.00
N. 1	ADAS RIG.	ADAS RIG.	ADAS RIG.	ADAS RIG.	3,200.00	11,520.00
					Total:	57,600.00

