



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para
mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos,
Chachapoyas 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Camus Herrera, Jhordi Ivan (orcid.org/0009-0002-8586-3712)

ASESOR:

Dr. Depaz Celi, Kiko Félix (orcid.org/0000-0001-7086-1031)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud, inteligencia y sabiduría para poder cumplir con el objetivo, puesto que él es el pilar que nos encamina al camino correcto.

A mis padres porque son el apoyo principal, están siempre en los buenos y malos momentos enseñándome, apoyándome, inculcándome valores para escoger el camino, no equivocarme y seguir con mis principios ya que sin ellos no hubiese podido llegar a la meta trazada.

Jhordi Iván.

AGRADECIMIENTO

A los seres que me han dado la oportunidad de nacer, crecer y formarme como un profesional, a lo largo de mi vida, mis padres, que creyeron y apostaron en su totalidad por mí y por mis oportunidades tomadas.

A mis docentes, por compartir conmigo y compañeros conocimientos, por la paciencia para la buena enseñanza, a ellos debo mi aprendizaje académico y agradezco por mostrarme el camino que debí tomar para seguir en constante aprendizaje.

El autor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DEPAZ CELI KIKO FELIX, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023", cuyo autor es CAMUS HERRERA JHORDI IVAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 14 de Mayo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DEPAZ CELI KIKO FELIX DNI: 31663735 ORCID: 0000-0001-7086-1031	Firmado electrónicamente por: KDEPAZC el 08-07- 2024 09:45:54

Código documento Trilce: TRI - 0748913





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CAMUS HERRERA JHORDI IVAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JHORDI IVAN CAMUS HERRERA DNI: 71621327 ORCID: 0009-0002-8586-3712	Firmado electrónicamente por: JHCAMUSHE el 14-05- 2024 11:06:13

Código documento Trilce: TRI - 0748915

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	v
Índice de Contenidos.....	vi
Índice De Tablas.....	vii
Índice de Figuras y Graficos.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	57
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS:	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cargas asumidas de uso – Norma E020.....	27
Tabla 2: Combinaciones de análisis sísmico.....	30
Tabla 3: <i>Desplazamientos</i>	31
Tabla 4: Datos geométricos de grupos y plantas.....	31
Tabla 5: Hormigones.....	31
Tabla 6: Aceros en barras.....	31
Tabla 7: Total obra.....	31
Tabla 8: Coeficientes intervinientes.....	33
Tabla 9: Hipótesis sismo X1 e Y1.....	34
Tabla 10: Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta	34
Tabla 11: Cortante basal X.....	35
Tabla 12: Cortante basal Y.....	36
Tabla 13: forjados.....	37
Tabla 14: Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016) (Artículo 4.6.4).....	38
Tabla 15: Hipótesis sísmica: Sismo X1.....	38
Tabla 16: Hipótesis sísmica: Sismo Y1.....	38
Tabla 17: Sismo X1: Hipótesis sísmica.....	40
Tabla 18: Sismo Y1: Hipótesis sísmica.....	40
Tabla 19: porcentaje cortante sísmico.....	41
Tabla 20.a: Valores máximos de la distorsión sin asumir SLB.....	41
Tabla 21.b: <i>Valores totales de la distorsión según diseño sin asumir SLB</i>	42
Tabla 22: Coeficientes de participación.....	43
Tabla 23: hipótesis para sismo X1 e Y1.....	44
Tabla 24: Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta	44
Tabla 25: hipótesis sísmica (x)-asumiendo SLB.....	45
Tabla 26: hipótesis sísmica (Y).....	45
Tabla 27: peso sísmico total en planta.....	47
Tabla 28: geometría en altura Norma Técnica E.030 (Artículo 4.6.4).....	47
Tabla 29: Hipótesis sísmica: Sismo X1-Asumiendo SLB.....	48
Tabla 30: Hipótesis sísmica: Sismo Y1-Asumiendo SLB.....	48
Tabla 31: Hipótesis sísmica: Sismo X1.....	49
Tabla 32: Hipótesis sísmica: Sismo Y1.....	49
Tabla 33: porcentaje de hipótesis sísmica.....	50
Tabla 34: Situaciones sísmicas asumiendo disipadores SLB.....	51
Tabla 35.a: Valores máximos de la distorsión asumiendo SLB.....	55
Tabla 36: resumen de contrastación de hipótesis.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1: modos de vibración de la estructura.....	12
Figura 2: Generaciones de disipadores SLB.	15
Figura 3: Muro desacoplado con disipador de energía incorporado.....	16
Figura 4: geometría del SLB	16
Figura 5: Ubicación y anclaje del disipador.....	17
Figura 6: SLB sobre diagonales de acero Tipo Chevron.....	17
Figura 7 : Análisis modal espectral (Norma Técnica E.030), Artículo 4.6).....	27
Figura 8: Direcciones de análisis-Modelado desde la cimentación.	29
Figura 9: Imagen espectral de justificación sísmica.....	32
Figura 10: Espectros para diseños para X y Y-Diseño sísmico.	33
Figura 11: espectro de diseño para X y Y.....	34
Figura 12: hipótesis sísmica X	39
Figura 13: hipótesis sísmica Y	39
Figura 14: hipótesis sísmica X	39
Figura 15: hipótesis sísmica Y	40
Figura 16: Imagen espectral de porcentaje cortante.....	41
<i>Figura 17: Espectros para diseños para X y Y-Diseño sísmico-asumiendo SLB.</i>	42
Figura 18: espectros de diseño para X e Y	44
Figura 19: Centro de masas con respecto a rigidez de planta.....	45
Figura 20: cortantes sísmicos máximos por planta X e Y	48
Figura 21: fuerzas equivalentes por planta X e Y	49
Figura 22: imagen espectral de cortante sísmica.	50
Fuente: propia extraído del modelado estructural.Figura 23-a: Imagen en 3D de estructura con el modelado de rigidez equivalente asumiendo SLB	50
<i>Figura 24-b: Imagen en 2D, en planta de estructura con la ubicación de los elementos de rigidez equivalente.....</i>	51
Según, Figura 25-b, Al añadir el disipador de energía del tipo SLB, la edificación mejora el comportamiento sismorresistente.	56
Gráfico 1: Ejemplos de disipadores de energía	14
Gráfico 2: proceso de datos en Etabs.....	19

RESUMEN

La tesis presentada y titulada “Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023”, su objetivo principal fue realizar el modelado e implementar disipadores Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos en Chachapoyas. El comportamiento sísmico redujo las derivas de entrepiso, 8.15 % en situaciones sísmicas de respuesta en dirección X; mientras que 3.4% en la dirección Y. Las derivas de entrepiso redujeron un 15,21% en dirección X y 6,25% en la dirección Y, para el techo 4 (nivel 5), la altura más representativa asumiendo SLB.

Para el techo 4, en dirección X, el valor fue 0.0054 y 0.0069 en dirección Y. Para el techo 3, en dirección X; un valor de 0.0070 y 0.0084 en dirección Y. La energía sísmica disipada con SLB, mostró un rango de 9,89% en la dirección X, siendo el lado más corto y vulnerable por geometría, cumplió con disipar la energía sísmica. Como conclusión a la respuesta sísmica del edificio en estudio, debe ser reforzado en las derivas de entrepiso para brindar protección a la estructura global, quedando comprobada la hipótesis planteada de esta investigación.

Palabras clave: Disipador de energía, comportamiento sísmico, modelar, estructura, entrepiso.

Abstract

The thesis presented and titled "Modelling of Shear Link Bozzo energy dissipators to improve the structural behaviour of a 5-storey building, Chachapoyas 2023" had as main objective to model and implement Shear Link Bozzo as energy dissipators to improve the structural behaviour of a 5-storey building in Chachapoyas. The seismic behaviour achieved a reduction of 8.15 % in seismic response situations in the X direction and 3.4% in the Y direction. The interstory drifts were reduced by 15.21% in the X direction and 6.25% in the Y direction for roof 4 (level 5), being the most representative height, assuming SLB.

For roof 4, a value of 0.0054 in the X direction and 0.0069 in the Y direction were obtained. While for roof 3, a value of 0.0070 in the X direction and 0.0084 in the Y direction were obtained. The seismic energy dissipated using SLB type dissipators, a range of 9.89% was obtained in the X direction, being the shortest and most vulnerable side by geometry, it was fulfilled in reducing or dissipating the seismic energy. As a conclusion to the seismic response of the building under study, it should be reinforced at the mezzanine drifts and provides protection to the overall structure, thus proving the hypothesis of this research.

Keywords: Energy dissipater, seismic behaviour, modelling, structure, mezzanine

I. INTRODUCCIÓN

El trabajo consistió en mejorar la garantía de los elementos estructurales de un edificio de cinco pisos en Chachapoyas, en una zona sismorresistente, al agregar un dissipador de energía (SLB). Se observó que el edificio a evaluar para 10.9 m; y se evaluó según la Norma Técnica E.030.

Las construcciones han crecido de manera agigantada, en su mayoría se ejecutan sin estudios técnicos de construcción, pues a la larga presentan complicaciones si llegaran a colapsar, esa sería la realidad más cercana que les espera. Se sabe que decidir construir viviendas en modo sofisticado por el hecho de que ocurren a la larga una serie de complicaciones de estructura, debido a que en todo lugar del mundo la naturaleza es incierta, como ya se mencionó a los sismos, mismos que causan daños extensos directos en edificios y otras infraestructuras y por consiguiente a la población en general. El Perú no ha sido ajeno a tales eventualidades propios de la naturaleza, un 07 de agosto del año 2007, el país registró un sismo de magnitud de 7.0 ML denominado como “el sismo de Pisco”, aproximadamente el 80% de las viviendas se vieron afectadas, lo más reciente ocurrió en el departamento de Amazonas se producen sismos de gran magnitud, un claro ejemplo de esto es el sismo registrado por el (Instituto Geofísico del Perú), de magnitud 7.5, afectando a muchas provincias, entre ellas a la provincia de chachapoyas y provocando daños a edificaciones de diferente índole (Tavara, Salas y Bernal Esquia 2022).

En vista de los antecedentes referentes a sismos, muchos profesionales e investigadores vienen desarrollando y utilizando tecnologías de mitigación sísmica, una tecnología de mitigación sísmica es aquella probada que le permite a una estructura “bailar” con la Tierra, de manera segura, en lugar de luchar contra ella. Entre las tecnologías de mitigación aplicadas por los investigadores tenemos al uso de drones, satélites, fibra óptica e inteligencia artificial, en donde encontramos a los dissipadores o dispensadores de energía, claro ejemplo es Shear Link Bozzo (SLB), esto con el objeto de reducir las fuerzas sísmicas transmitidas a los edificios y los daños que estos puedan causar, es así como se hicieron comparaciones entre una edificación de cinco plantas que utilizaba dissipadores SLB y otra edificación sin hacer uso de estos, en la cual las estructuras que incorporaban los dissipadores SLB

mostró mejoras significativas tanto en términos de resistencia como de ductilidad, si como en costos además de eficiente Mena A. (2019).

Tal es así que en el presente trabajo se pretende dar una opción a los propietarios, clientes de poder implementar con disipadores de energía que contribuyan con la mejor del comportamiento estructural de su vivienda ante un sismo. Es poco común encontrar un edificio en nuestra ciudad que cuente o presente dentro de sus estructuras el uso de disipadores de energía, esto quizá por el desconocimiento que, al emplear estos dispositivos, se propicia una reducción considerable de las fuerzas que produce sobre a estructura un sismo de alta densidad, además se añade que el mismo es muy sencillo de implementar e instalar y sobre todo de bajo costo.

El trabajo de investigación a desarrollar denota el modelado de una estructura sin disipador de energía y verificar ante un sismo provocado de manera eventual, y luego realizar el mismo procedimiento, pero añadiendo disipador de energía de tipo SLB. El problema de investigación planteado es: ¿El modelado e implementado con SLB, mejorará el comportamiento de la estructura, edificio unifamiliar de 5 pisos, Chachapoyas 2023?; con el objetivo general : Realizar el modelado e implementar SLB como disipadores de energía para la mejora las estructuras de una edificación de 5 pisos, Chachapoyas 2023; y siguientes objetivos: OE1: Describir cómo se manifiesta estructuralmente un edificio de 5 pisos antes del modelamiento de disipadores de energía SLB, OE2: Describir la estructuras en una edificación de 5 pisos después del modelamiento y poner en funcionamiento disipadores de energía SLB, OE3: Determinación del porcentaje de mejora la estructural de un edificio de 5 pisos después del modelamiento asumiendo SLB.

La hipótesis general formulada: “La hipótesis general formulada: **“El modelamiento y puesta en práctica de disipadores SLB, mejorará el comportamiento de la estructura de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023;** de esta anterior se desglosa la hipótesis específica: Es muy significativo el porcentaje de mejora de la estructura de un edificio de 5 pisos después del modelamiento y ejecución con disipadores de energía SLB.

I. MARCO TEÓRICO

El ambiente nacional e internacional, se han ejecutado un sin número de investigaciones enfocadas en las tecnologías de mitigación sísmica, mencionamos aquí a el empleo de disipadores; en el contexto internacional, Brito, Terán y Guerrero (2022) realizaron una comparación no lineal de análisis de tiempo-historia entre el uso de métodos constructivos tradicionales versus el empleo de SLB disipadores de energía sísmica en hormigón armado y construcción metálica, a fin de encontrar cuál método muestra un mayor rendimiento, para ello crearon modelados para ambos edificios con diferentes cualidades arquitectónicas, resultando de esta un total de edificios de ocho estructuras con diferentes características arquitectónicas: la mitad fueron de hormigón armado y la otra mitad de estructura metálica, dos fueron construidas de manera tradicional, mientras que las otras dos incorporaron disipadores SLB, como resultados obtuvieron que en los dos sistemas constructivos, los disipadores de energía SLB redujeron significativamente sus principales características especialmente el cortante máximo de piso, con una disminución superior al 75% en ambos casos.

Según Bozzo G. (2018) asesorado por Bairan J. y Bozzo L. realizaron el modelado y pruebas en laboratorio utilizando un pórtico prefabricado, tanto con el uso de disipadores como sin ellos. Usaron una mesa vibratoria para las pruebas en la PUCP, llegando a la conclusión de que al utilizar una unión empotrada o en cambio de modelar la cimentación resulta útil y preciso. Es más, la formación de mecanismos locales en puntos específicas de los elementos estructurales que permiten la disipación de energía, fueron escasas en toda la estructura, los mismos que los respaldaron mediante análisis analíticos, quienes a su vez concluyeron que la dispersión de energía fue un éxito gracias al dispositivo utilizado.

Nuzzo, Losano y Caterino (2018), llevaron cabo su investigación en los enlaces de corte de acero para la disipación de energía sísmica se caracterizan experimental y analíticamente, en donde pudieron corroborar que el enlace de corte de acero (SL), para ser usado como dispositivo para protección sísmica de estructuras, es de bajo costo, realizado a partir de un sola placa de acero, está diseñado para ser conectado a través de conexiones atornilladas al marco principal y montado a alguna abrazadera como sostén, los agujeros ranurados con los que

cuenta en un borde del amortiguador ayudan a evitar que el dispositivo transmita cortante a la viga superior durante un sismo, el sistema de montaje fue diseñado adecuadamente para aplicar fuerzas de hasta 1000 kN, para poder acomodar y ensayar las probetas más grandes del conjunto, dando como resultados experimentales y el procesamiento de datos relacionados con el análisis quedó directamente relacionado con proceso de deformación, el comportamiento de endurecimiento y el colapso.

Mena A. (2019), hizo una comparación entre un edificio de cinco niveles que utilizaba disipadores SLB y otra edificación sin utilizarlos, en donde pudo notar que la estructura que incorporaba los disipadores SLB mostró mejoras significativas tanto en términos de resistencia como de ductilidad. En la busca de nuevas alternativas de diseño con el objeto de mejorar la respuesta al comportamiento estructural, esto a que la zona de Ambato - Ecuador, está expuesto a incurrir en prejuicios considerables por la acción de un sismo, Ramírez y Chifla (2023), a base de hormigón armado convencional realizaron un análisis lineal de una estructura considerando los requerimientos para la construcción de una estructura resistente a un sismo según la norma NEC-SE-DS y el ACI318, al incluir SLB como disipador de energía, pudieron realizar el estudio dinámico no lineal (tiempo-historia), cada dispositivo cuenta con parámetros para su uso, es por ello que los tuvieron en cuenta al momento de realizar el diseño, esta información fue dada por los diseñadores de tales dispositivos. Las respuestas estructurales las compararon con los desplazamientos, derivas, aceleraciones y cortantes entre la estructura construida de manera convencional común y la estructura con adición de SLB como disipadores. Mencionaron que en la estructura número 1, realizaron el espectro que incorpora un $R=6$, en tanto que, en la estructura con disipadores fueron sometidos para el mismo sismo sin factor de reducción, para ello usaron 3 pares de registros. Luego, el presupuesto de la estructura con SLB y la convencional empleados en los rubros de la construcción, les permitió realizar una comparación económica y a su vez mediante lo anterior dieron a conocer la diferencia de crecimiento en el porcentaje según los costos entre ambos modelos planteados, llegando a la conclusión de que el mejor comportamiento estructural lo proporcionan los disipadores de energía SLB al someterse a un evento sísmico, dando lugar a la disminución tanto en los desplazamientos como en las derivas de la estructura;

además, que estos dispositivos dispersan casi el total de energía de la estructura, dicho esto, es así que cuando ocurre un sismo, todo el daño lo reciben los disipadores.

Ruiz Y Orellana (2021), usaron un método para calcular factores de amortiguamiento y evaluar el impacto de la modificación de dichas propiedades de las estructuras para calcular factores de amortiguamiento para modificar el desplazamiento elástico con el uso de disipadores histerético y a la vez peligro sísmico, para tal evento hicieron análisis lineales y no lineales, todos estos directamente relacionados con el tiempo transcurrido en sistemas de 1° de libertad implementados con disipadores o dispersadores de energía S1GDL convencionales y (S1GDL duales), donde obtuvieron enunciados de índole matemática para los F_{md} los mismos se toman como función de acuerdo con el lapso de vibración de la edificación estructural y quienes fueron útiles para la modificación de ordenadas espectrales según el desplazamiento elástico, todo por contar con disipadores en la estructura, en otra de sus conclusiones verificaron que los factores F_{md} son aplicables y sujetos a movimientos sísmicos provocados por algún evento sísmico interplaca e intraplaca de acuerdo al diseño de sistemas estructurales, finalmente, para cada tipo de suelo en estudio, el valor de T_c y el de los cocientes espectrales de desplazamiento son distintos, por tal razón, el conjunto disipador se ve afectado por las condiciones del lugar (periodo dominante), por lo que contienen las frecuencias y el tiempo que tardan los diferentes movimientos sísmicos, y esto se manifiesta por su baja eficiencia.

Pimiento, Salas y Ruiz (2014), investigadores de la Pontificia Universidad Javeriana en Colombia, tocaron el tema sobre el trabajo sísmico de un sistema estructural formado por vigas y pilares con disipador pasivo, de tableros de fibras de densidad media de acero, esto con el objeto de reducir daños causados por sismos, de la misma, sus resultados mostrados fueron gracias a ensayos de laboratorio, en la cual, los pórticos con ranuras en sus placas de metal, tienen hasta el porcentaje de 90% menos del desplazamiento laterales de ambos niveles entrepiso a comparación con el pórtico sin rehabilitación, tal situación ocurre debido a que gran parte de energía que accionan los sismos se disipan por las placas

ranuradas de acero haciendo así posible la minimización de daños en la estructura de soporte.

Flores (2018), realizó una maestría en Brunel University London, la cual consistía en hacer un análisis numérico y correlación experimental de muros de hormigón desolidarizados que incorporan conexiones Shear Link Bozzo, en donde obtuvo los resultados que demostraron que el disminuir o aumentar la capacidad de las conexiones SLB puede mejorar o deteriorar su conducta, respecto de ambos ; más es posible y necesario la mejora entre las conexiones con disipadores SLB y el muro de concreto armado.

En nuestro entorno nacional ya han realizado y ejecutado sin número de proyectos de investigación, con relación al uso de disipadores de energía SLB, a continuación, tenemos a:

Vilca D. (2022) analizó cómo se comportan unos edificios multifamiliares ante un sismo implementando disipadores de energía y descubrió que con la implementación de estas tecnologías de energía cambió de manera positiva la respuesta sísmica general del edificio. Así mismo Palacios Y. (2021) en su trabajo sobre el empleo de disipadores Shear Link Bozzo y de fluido viscoso, hizo el análisis de un sismo en la infraestructura aplicada a un centro de salud en donde descubrió que estos disipan la energía significativamente y que consiguen proteger la estructura disminuyendo considerablemente el movimiento de entrepiso, los desplazamientos totales y los momentos de volteo.

Saldaña y Scaletti (2022), en la UNI del Perú, desarrollaron su trabajo investigativo con el objeto de encontrar cuan eficiente son los disipadores de energía de acuerdo a la respuesta sísmica de las edificaciones, tal es así que emplearon disipadores de fluido viscoso como histerético, en esto requirieron información de la historia del tiempo según análisis recientes en modelos simplificados de edificios, los cuales cuentan con masas y resortes con actitud elástico y lineal, dichas características las obtuvieron de un ejemplo de viga cortante unidos por elementos de enlace con actitud no lineal para aparentar disipadores de energía, los datos que desarrollaron fueron la etapa fundamental de la estructura sin accesorios de control sísmico junto al divisor de reducción objetivo, además

proponen que para el dimensionamiento de los amortiguadores histeréticos, exista un procedimiento que se incorpora a una edificación, en dicho trabajo de investigación concluyeron que los modelos resumidos facilitan una suposición veloz y verídica según los niveles de disminución en cuanto a la respuesta sísmica en edificaciones que cuentan con disipadores de energía.

Chávez y Mamani (2020), creyeron conveniente realizar un estudio del bloque A del hospital Luis Negreiros mediante un análisis sísmico con y sin implementación de dispositivos para disipar energía, como amortiguación por su viscosidad en el fluido, en donde llegaron a la conclusión de que la construcción en específico, requiere una cantidad considerable de disminución progresiva en la dirección Y-Y, mientras que la demanda en la dirección X-X, carece de mucha relevancia, plantearon mejorar la estructura para ambas direcciones considerando las sugerencias de fábrica de los dispositivos, a su modo de uso según necesidad, de no tomarse en cuenta, podrían haber fallas en los resultados, por tal razón, en la dirección primera evaluada se ha cumplido con el objetivo que plantearon, mientras que para la ubicación contraria decidieron agregarle dispositivos de fluido viscoso.

En la ciudad de Chimbote Vega (2021), realizaron la investigación y analizaron los dispositivos sísmicos de fluido viscoso SLB con el objeto de proteger de un sismo a una edificación de siete niveles, misma que fue modelada en ETABS, al usar dispositivos sísmicos Shear Link Bozzo, quien mostró la capacidad verdadera de disipación de energía sísmica del edificio, pudo llegar a esta conclusión según la tensión inelástica de la red, que se caracteriza acorde a su repartición igualada de tensión en el medio que disipa, por otro lado, descubrieron además en su trabajo de que existe una buena correlación según la comparación de enlace entre fuerza-desplazamiento de acuerdo con modelo de cálculos paramétricos del diseño estructural, referente del análisis del modelo tratado, puesto que utilizó una plastificada de dureza isotrópico relativamente, siendo así una ventaja del empleo de este mecanismo en similitud con otros herramientas de avanzada tecnología enfocados en fricción o viscoso-elástico.

Peralta (2021), realizó su investigación de tipo aplicada con el objeto de determinar la conducta sísmica de un edificio con oficinas al implementarle diferenciadores de fluidos viscosos y disipadores metálicos SLB, empleó un método

de análisis estadística descriptiva, con ayuda de tablas, gráficos y algunas tabulaciones y un muestreo no probabilístico, usó como muestra de estudio fue un edificio de siete pisos, en primer lugar evaluó la estructura sin disipadores para dejar en evidencia los problemas de torsión, después de ello incorpora disipadores en donde obtiene lo siguiente, pudo manejar las distorsiones manteniéndolo enfocado en un mayor nivel de firmeza, empleó ETABS para hacer la simulación del estudio sísmico de tiempo historia y determinó la réplica estructural, siendo esta favorable, con una reducción entre el 38% al 45%, en relación a los desplazamientos de una posición definida frente a un objeto o sistema de objetos, el 32% al 45%, en relación a las diferencias de desplazamientos máximos de entrepisos, el 46% al 49%, respecto a los momentos flectores, mientras que las fuerzas cortantes disminuyeron hasta en un 54% para ambos estudios.

Por su parte, Paliza J. y Vargas A. (2020), realizaron un estudio donde concluyeron que el manejo de derrochadores de energía SLB cumplió con éxito el objetivo de reforzar la construcción en términos de derivas de entrepiso y proteger la integridad general de un edificio en Cusco - Perú, frente a eventos sísmicos. Caso similar ocurrió con Tapia B. (2020) quien realizó el estudio comparativo en una estructura con afianzamiento convencional y este mismo con reforzamiento de dispersadores de energía SLB, llegando a determinar que lo más idóneo es reforzar y mejorar la actitud sísmica edificación con acoplamiento de SLB.

Para el año 2021, Manrique, (p.4), en su investigación menciona que los resultados finales obtenidos son cuantificables comparables pues la edificación convencional pudo obtener fuerza de corte de línea base con disipadores del 21%, además, el edificio base con disipadores mostró una disminución de la fuerza cortante de 18%, viéndose reflejada en el diseño de las vigas, placas y columnas, además de la existencia de reducción del 22% en el número de acero en vigas de la edificación con paredes de concreto en la edificación con disipadores SLB, esto debido a la reducción de cargas sísmicas laterales como de elementos de concreto armado, también existió un aumento del 35% en la cantidad de acero en columnas del edificio con muros de hormigón en la edificación con disipadores SLB, esto debido a la reducción de placas y tener muros desacoplados, y finalmente se redujo al 17% el número de fierro en muros estructurales de la edificación según bases de

concreto en la construcción con dispersadores de energía SLB, esto debido a la adición de disipadores SLB.

Miranda y Ontiveros (2020) en su investigación analizaron cómo se comportan los disipadores sísmicos SLB y Taylor cuando se utilizaban en un edificio de ocho pisos, donde determinaron que Shear Link Bozzo, siendo estos disipadores, ofrecen una respuesta superior ante cargas sísmicas, al mismo tiempo que facilitan la economía en comparación a los dispersadores de fluido viscoso Taylor.

Al verse inmerso en una problemática por el análisis de una reciente opción de control antisísmico de relevante técnica para poder construir centros de salud (hospitales, postas, clínicas) en el Perú, mismo que mediante norma exige el empleo de aislamiento base para edificios de alto grado de importancia, (Aguirre, Vidal y Huaco, 2021), optaron conveniente evaluar estructuralmente un edificio construido con aisladores sísmicos y quien a su vez le implementaron la tecnología de SLB, sistema de disipación de energía, llegaron a los resultados que fueron analizados para cada técnica de control antisísmico estudiado, entre los que destacan las derivas de entrepiso, análisis de rótulas plásticas, aceleraciones de piso y balance de energía, enfocados en la teoría de funcionalidad continua, para los dos sistemas de seguridad sísmica se obedecen los códigos y normas peruanas y en efecto son cotejables. Sin embargo, el balance de energía para el aislador no libera energía como se esperaba, por otro lado, el sistema SLB si lo logra.

Enciso (2018), investigó sobre el estudio comparativo aplicando una tecnología como alternativa para construir una estructura sísmica en Huancayo que contenga desacoplados y acoplados los muros , así como instalación de SLB, lo más significativo obtenido en cuanto a resultados según la comparación fue la de mayor rigidez lateral que presentaron los muros continuos, en cuanto a los muros desacoplados, este se vió reflejado en la variación de los puntos que se evaluaron, tal es el caso, de derivas inferiores en 28.38% y 24.69%; 26.52% y 23.03% según el movimiento de un punto otro techo inferior en 28.45% y 24.14%, cortante basal superior en 30.08% y 23.54%, y torsión superior en 1.96% y 1.45% en ambos ejes(x,y), respectivamente, el acero en vigas y columnas presentó un incremento de 50.01% y 3.2% respecto a lo anterior y una disminución en muros de 39.78%.

En el ámbito local solo hay una investigación realizada con respecto a los disipadores de energía, la cual fue realizada por Zabarburu J. (2022) donde vió conveniente diseñar un edificio de seis pisos con dispersadores de energía Taylor y determinó que este tipo de sistemas ayuda eficientemente a la estructura y que son de fácil acoplamiento. Aunque hay que aclarar que para esta investigación él empleó Shear Link Bozzo (SLB) como dispersador en energía sísmica.

Según lo anterior, hablaremos de la conducta estructural de una estructura, la cual se refiere al modo en que la estructura resiste y transfiere las cargas a las que está sometida, con el objetivo de proporcionar estabilidad, seguridad y funcionalidad al edificio. La forma en que una estructura se comporta depende de su diseño, materiales utilizados, método de construcción y las cargas que actúan sobre ella. El comportamiento estructural de una edificación se evalúa garantizando seguridad, funcionalidad y durabilidad establecidos en los códigos y normas de construcción aplicable, esto puede ocurrir mediante análisis estructurales y pruebas de carga, dentro de los cuales podemos mencionar a los diseños de estructuras sismorresistentes E.030; siendo esta una Norma que se aplica para diseñar edificaciones recientes, reforzamiento en construcciones existentes y arreglo de estructuras que pueden salir afectadas por temblores o desastres naturales según su filosofía a diseñar, disminuir el riesgo de pérdidas de seres humanos, misma que no debe caer ni causar daños a vidas humanas, disminuir los daños en la estructura; estos pueden ser reparados siempre y cuando estén dentro de límites permisibles, cuenta con el correcto funcionamiento de servicios básicos después de un sismo.

Se usan con el objeto de prevenir un error débil que puede ocasionar la pérdida abrupta del ente y capacidad portante, siendo esta la falla más común según (Bozzo, 2018), estos fallos ocurren de manera persistente en columnas y vigas de poca dimensión, pues estos compuestos muestran aumento de rigidez a comparación con alguno de características parecidas, pero de gran tamaño y por consiguiente es elevada el cortante. Una probabilidad de respuesta al problema podría efectuarse con la disminución del refuerzo en el tamaño de la viga de tal modo que sea posible el error por flexión y no por cortante, aun así, no se garantiza seguridad porque la interacción con el suelo es de mucha relevancia, las estructuras flexibles están expuestas a un mayor daño si las características locales

del suelo son propias a un suelo suave, es distinto, con las estructuras rígidas, en suelo firme sufren mayor concentración de daño.

Para el proceso para el análisis sísmico, la elasticidad de las estructuras, donde intervienen lo dinámico y estático, es la base de la mayoría de las reglas de construcción actuales para el diseño sismorresistente. (Dueñas y Macen, 2021). Dentro de ellos tenemos el análisis estático: mencionado por la norma E030 que indica que las condiciones sísmicas con ayuda de un grupo de fuerzas que actúan en el centro de la masa de cada piso del edificio. Determinar la fuerza cortante de la base de la estructura según su dirección por:

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

Análisis de dinámico lineal modal espectral: NTE.030, este método puede ser empleado para cualquier estructura. El modelo dinámico de una edificación con 1° de libertad esta definido medinte el estudio de vibraciones libres no dirigidas de un punto a otro y su vez denominadas por la siguiente expresión:

$$m\ddot{x}(t) + kx(t) = 0$$

Donde:

m y k = masa y rigidez

$x(t)$ = desplazamiento según grados de libertad.

Empleando el enunciado $w = k/m$, donde w , medido en r/s se toma como frecuencia de vibración del modelo, se divide por la masa m se obtiene:

$$\ddot{x}(t) + w^2x(t) = 0$$

Una característica mas es el lapso T natural. Medido en s definido por:

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

La forma de vibración para generar ondas estacionarias, de acuerdo con el movimiento y acción del sismo se representa del siguiente modo:



Figura 1: modos de vibración de la estructura.

Fuente: (Dueñas y Macen, 2021).

Estas ondas estacionarias están determinados por:

$$(k - w^2 M)\Phi = 0$$

Donde Φ es el modo de vibración de estructura.

Dentro del capítulo IV de la norma E030, se encuentra que la aceleración espectral en una construcción se emplea y aplica para cada dirección de análisis según:

El análisis de las fuerzas en tiempo historia: una conducta ajustada a la situación realista es más aplicado para el estudio con disipadores de energía. Según NTE.030; este método considera directamente el comportamiento histerético de los componentes de la estructura.

Por otro lado, también encontramos al análisis no lineal: incorpora directamente, el mismo solo puede ser aplicado a través de un estudio de tiempo historia.

Por ello se ha visto la necesidad de usar técnicas de protección o sistemas de protección sísmico de estructuras la cual está definido como el conjunto de monitoreo de vibraciones que disminuye y controla la reacción de la estructura ante vibraciones provocadas no necesariamente por la presencia de un sismo, sino que también por la cantidad de vehículos, maquinaria, viento y otras fuentes (Manrique, 2021). El ítem tradicional de gran importancia para disminuir vibraciones se enfoca en diseñar estructuras dúctiles con suficiente resistencia y capacidad de deformación, esto según (Pastia, 2005), La mayoría de los sistemas de protección reducen la demanda de ductilidad en los elementos estructurales enfocándose principalmente en: Aumentar el amortiguamiento de la estructura y trasladarla a un periodo diferente al que provoca el fenómeno de resonancia. Muchas propuestas

de solución con diferentes niveles de desempeño y costo están incluidas en el conjunto de componentes utilizados para controlar las vibraciones sísmicas de estructuras, tal es el caso del uso de disipadores de energía Manrique (2021). Por otro lado en el año 2019, Cabrera (p.21), menciona que actualmente no solo se habla de estructuras con diseños sismorresistente sino que también estructuras bastante económicas y a su vez con una respuesta adecuada ante un evento natural (sismo), es aquí donde intervienen factores principales que son determinantes para dicha respuesta, ejemplo la ductilidad y la repetición estructural; estos dos son determinantes si queremos saber el nivel de disminución de las fuerzas a las que son sometidas las construcciones. La fila recalca que el diseño con disipadores, brinda un elevado grado de ductilidad localizándola en pisos frágiles dando lugar a una disipación y que la corrección de los elementos mencionados sean seguros y estables Malatesta, et al. (2021).

De aquí mencionaremos a los disipadores de energía, según El Dr. Villareal G. (2008) en su libro “Edificaciones con disipadores de energía” nos explica que disipar energía consiste en mecanismos empleados en estructuras con el propósito de absorber y disipar la energía generada durante eventos sísmicos o vibraciones, con el fin de disminuir la respuesta sísmica y mitigar los daños estructurales. Estos dispositivos pueden adoptar diversas formas, como sistemas elastoméricos altamente amortiguadores, disipadores de acero, disipadores por fricción y disipador de fluido viscoso. Trabajan en conjunto con los sistemas de distanciamiento de base que se incorporan en pódico de la estructura para disipar energía a lo largo de su altura. Los disipadores de energía tienen la facilidad de incrementar tanto la suficiencia de la disipación de energía, así como la resistencia y rigidez estructural.

Los disipadores de energía también conocidos como dispersores, tienen como objetivo principal dispersar la agrupación de energías o movimiento que recibe una construcción ante un evento sísmico, estas tecnologías en elementos se dividen de acuerdo con tres apartados, para la ASCE 7-10 ubicada en el capítulo 18, estos elementos se dividen en tres distintas clases; es decir, dependen según velocidad, desplazamientos en la siguiente figura: (Dueñas y Macen, 2021).

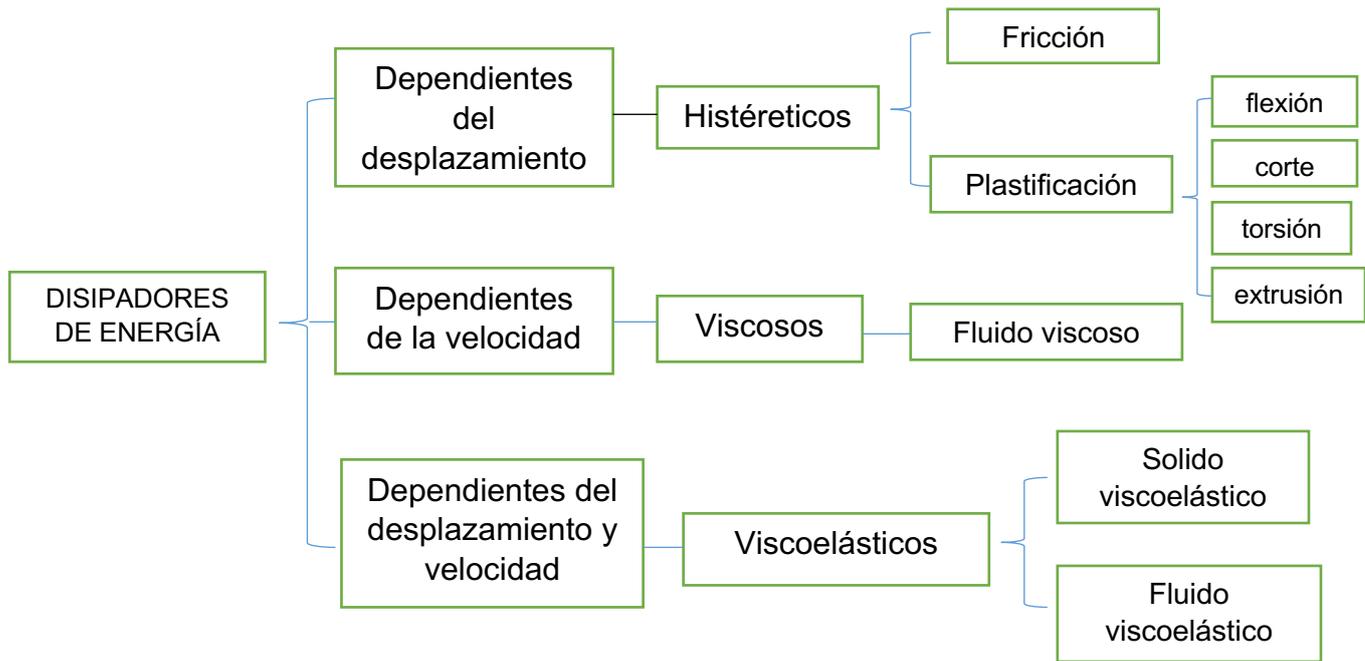


Gráfico 1: Ejemplos de disipadores de energía

Fuente: (Dueñas y Macen, 2021).

Entre los disipadores que más destacan, tenemos a los Shear Link Bozzo (SLB), según Bozzo L. (2019) según su investigación “estudio y diseño empleando disipadores sísmicos tipo SLB” indica que los instrumentos Shear Link Bozzo son conexiones no lineales utilizadas en el diseño estructural de concreto reforzado y/o acero para proporcionar protección sísmica. Los SLB se caracterizan por su alta rigidez inicial y su capacidad para disipar energía durante eventos sísmicos, lo que ayuda a reducir las fuerzas y los desplazamientos en la estructura. Son utilizados para mejorar la capacidad de disipador de energía y capacidad de desfiguración de la estructura, lo que contribuye a su comportamiento sismorresistente. El disipador SLB es un sistema que protege de un sismo pasivo perteneciente a la familia de sistemas metálicos histéreticos el cual disipa energía bajo cargas de corte en el alma del disipador causadas por movimientos sísmicos para proporcionar un mejor desempeño de la construcción.

Las cualidades de los disipadores Shear Link Bozzo (SLB) es poseer ventanas que son áreas molidas transversales y a su vez no pueden ser juntas porque las líneas rígidas del tamaño del disipador que según condiciones de corte ocasionan la deformación de las ventanas produciendo energía de disipación mediante calor aumentado (Manrique, 2021). El sistema está conformado por un crecimiento de

carácter renovador referente al diseño común o convencional basado en pórticos flexibles dúctiles o con paredes de rigidez, con el dispensador de energía se consigue un sistema tosco y fuerte pero dúctil. De acuerdo con la fuerza de plastificación de los dispositivos, varían de 13,5kN(1,3tn) a 435,5kN(43,5tn) y el recorrido de inicio de fluidez esta entre de 1mm para todos los dispositivos (Bozzo, 2018).

Existen modelos de disipadores SLB, quienes están fabricados con fierro, ASTM A36 (F_y 2530 kg/cm²). Tienen una mayor resistencia de 25% al 40% respecto al F_y teórico. Existen los de primera, segunda y tercera generación como se muestra:



Figura 2: Generaciones de disipadores SLB.

Fuente: (Dueñas y Macen, 2021).

Tenemos a los llamados muros desacoplados, conocidos también como muros discontinuos, estan diseñados con una abertura esquinera entre el muro y el portico, estos ante algun evento sismico sufriran fallos por un fenomeno de inestabilidd elástica de columnas que lo soportan, pero al agregar algun disipdor estos pueden limitar la fuerza y proporcionan ductibilidad. En la figura se muestra la conexión que está dentada al dispositivo impide la transferencia del agua axial en los elemetos del dispositivo, esto permite ubicarlos de forma rápida en planta o altura.



Figura 3: Muro desconectado con disipador de energía integrado.
Fuente: (Dueñas y Macen, 2021)

El muro aislado tipo Chevron, SLB, empleado para el aumento de la resistencia en estructuras presentes esenciales, propias de estructuras grandes como hospitales, colegios, edificios de servicio público, etc. El SLB, forma de H ladeada, tiene las características siguientes:

- Ventanas que disipan con 4/8 de cada lado..
- Rigidizadores de seguridad: ubicados de forma vertical a los extremos.
- Altura: placa dentada: 80mm + disipador: 155mm
- Longitud.

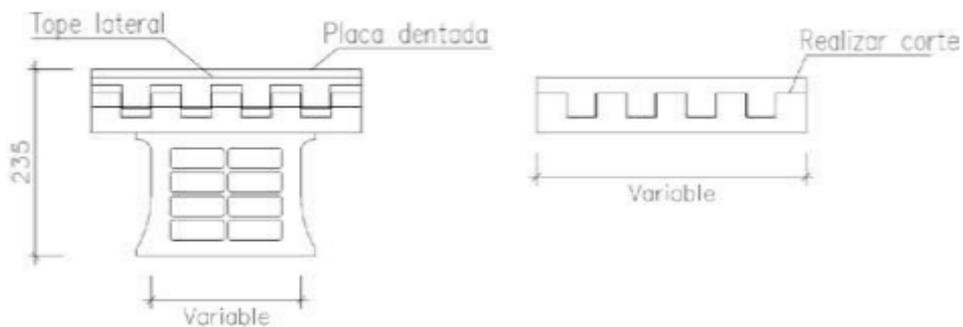


Figura 4: Geometría-Forma del SLB
Fuente: Ficha técnica SLB

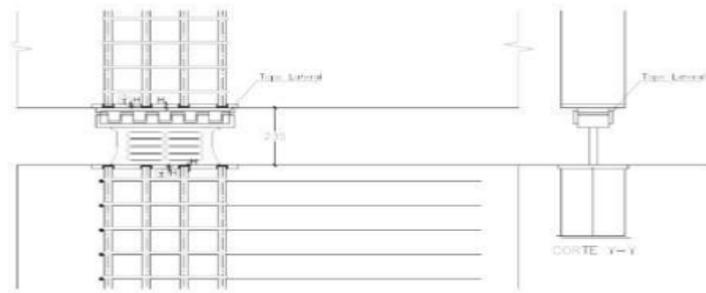


Figura 5: Ubicación y anclaje del disipador

Fuente: Ficha técnica SLB, Postensa.

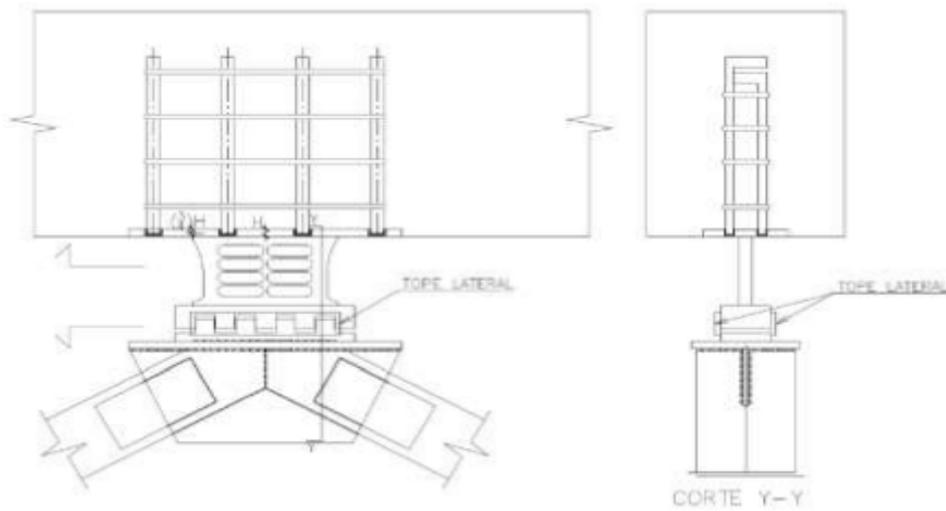


Figura 6: SLB apoyado en diagonales modelo Chevron

Fuente: Manual técnico SLB.

La conexión a muro, según SLB, muestra las cualidades:

$$\text{min separación entre anclajes} = S_{a_{\min}} = 4d_a$$

d_a = Diámetro de anclaje.

$$\text{diámetro de anclaje alterado} = d_a' = \min \left(\frac{S_a}{S_{a_{\min}}} \right)$$

S_a = menos distancia entre los anclajes

$S_{a_{min}}$ = reducir la falla de hendimiento al reducir la distancia entre anclajes

$$\text{resistencia a la tracción del amarre – anclaje} = \varphi N_{sa} = 0.75 * A_b * F_y$$

A_b = superficie del anclaje.

F_y = resistencia de los elementos o materiales.

Fuerza de anclajes utilizando la distribución plástica

$$q_{max} = 0.65 * 0.85 * f'_c * e_{muro}$$

Tensión en anclajes

$$T = \frac{abs(P_u - q_{max} * y)}{n * n_f}$$

Para determinar y validar que el uso de Shear Link Bozzo (SLB), es recomendable, es factible, es relevante, se emplean softwares de modelados estructurales, es el caso de empleo de ETABS o SAP, este primero, facilita a las estructuras asentadas sobre mano de obra y de estructuras con conjuntos ordenados de protección sísmica adherida como disipadores sísmicos SLB un completo análisis sísmico, trae consigo diferentes métodos y aquí destacan los estáticos, dinámico tiempo historia lineal y no lineal, dinámico modal y más (Raj y Vinod Kumar 2022). Además, facilita calcular los parámetros más importantes de una respuesta sísmica entre deformaciones laterales (derivadas) y de giro (torsión), periodos, cortantes basales, momentos, etc. (Enciso, 2018).

El programa ETABS tiene características propias y valiosas, es el caso de que las edificaciones simples y complejas puedan ser analizadas como se muestra en el esquema siguiente:

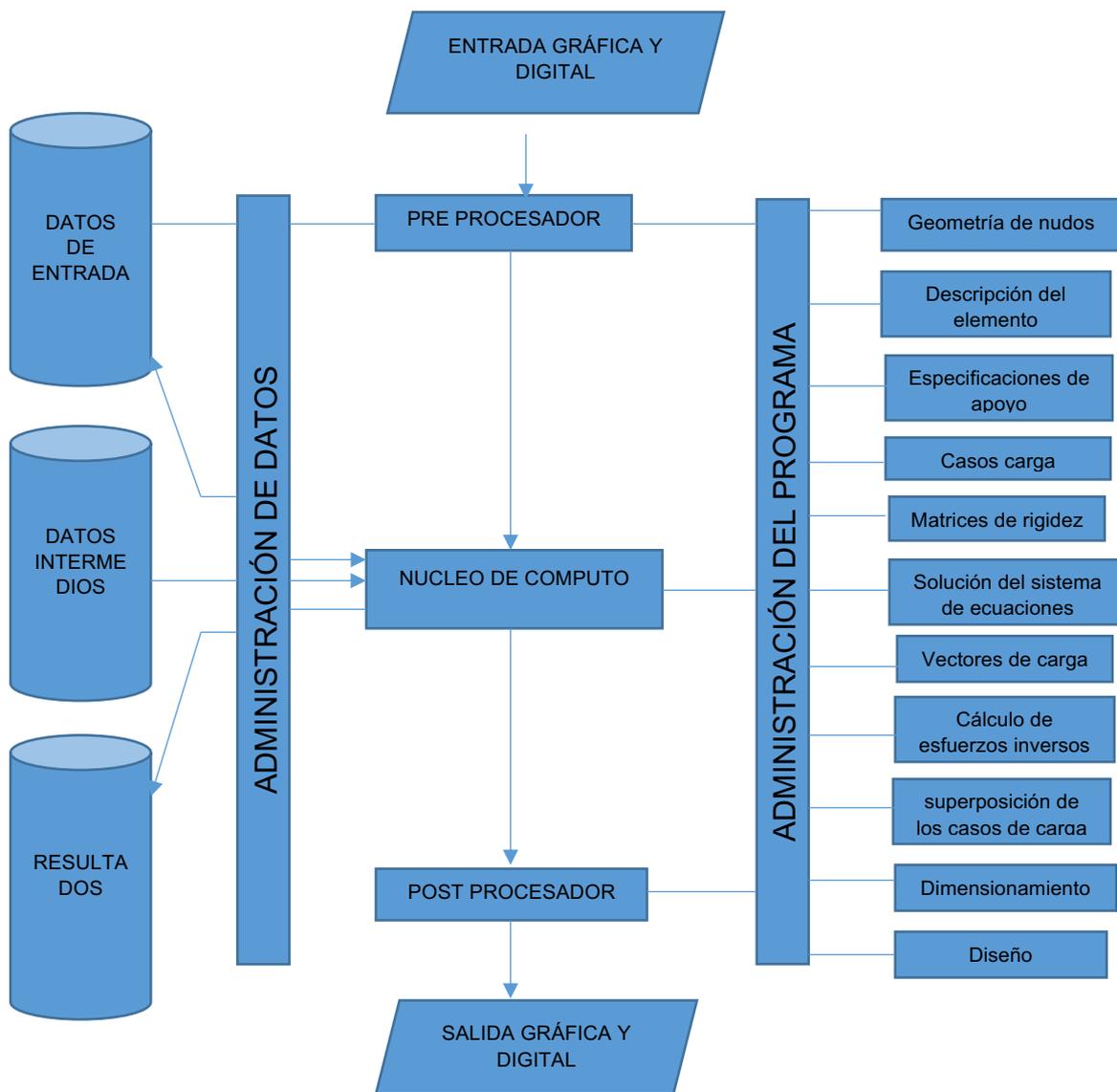


Gráfico 2: proceso de datos en Etabs

Fuente: (Enciso, 2018)

II. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Es una investigación de tipo aplicada, se considera relevante, sus resultados son aplicables de forma directa e inmediata a la resolución de problemas específicos. Se focaliza en los encuentros, descubrimientos y soluciones derivados del trabajo investigativo orientado, lo que permite abordar los desafíos correspondientes de manera práctica y efectiva. En esta investigación buscamos determinar cómo se comporta estructuralmente un edificio equipado con dispersadores de energía SLB y compararlo con el mismo edificio, pero sin dichos dispersadores. Según estas consideraciones, se clasifica como una investigación aplicada (Mamani, 2022)

La misma que según algunos autores, la investigación aplicada menciona que está directamente relacionada con el conjunto de conocimientos descubiertos por la ciencia básica esto le permite dar solución a su situación problemática, también está orientada en hacer de conocimiento los resultados de la liberación de energía sísmica mediante cálculos y análisis de un edificio de 5 niveles con y sin SLB.

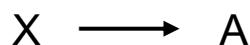
Enfoque de investigación: Cuantitativo

Una investigación científica se define a un ejercicio que posibilita la obtención de aprendizaje y la solución de inconvenientes y problemas si se aplica correctamente el método científico. Su propósito radica en obtención de indagación significativa y precisa para analizar, entender, estandarizar, subsanar o aplicar la inteligencia. Siguiendo las ideas expuestas, y tomando en cuenta que el objetivo y propósito del estudio actual es analizar y medir la disipación en energía por la estructura, edificio de 5 pisos implementando dissipador SLB, se adoptará el enfoque cuantitativo para el estudio. Además, se basa en el análisis y la recopilación de datos para demostrar las hipótesis, responder a las preguntas de investigación propuestas y demostrar resultados.

Diseño-investigación: No experimental

Aquellas investigaciones no experimentales se caracterizan porque el investigador no ejerce control sobre la variable independiente, lo cual es una distinción clave respecto a las investigaciones experimentales y cuasi experimentales. Dicho trabajo de investigación transversal no experimental como diseño, puesto que no se toman algunas variables, el modelado y datos de fuentes confiables para evaluar el comportamiento de una edificación ante un sismo tanto con como sin disipador de energía SLB.

Sigue el siguiente esquema:



Donde:

X: modelamiento de la edificación sin disipador de energía

A: modelamiento de la edificación con disipador de energía

Nivel de investigación: Explicativo Descriptivo

Basada en adjuntar información para validar una hipótesis mediante análisis numéricas y mediciones estadístico, su principal objetivo consiste en desarrollar modelos de comportamiento y poner a prueba teorías a través de datos cuantitativos y análisis rigurosos, de las cuales las propiedades y cualidades más significativas de los instrumentos de estudio se determinan con este modelo de investigación (Dueñas y Macen, 2021), esta investigación es de nivel explicativo descriptivo, la respuesta al sismo de un edificio de 5 niveles con y sin disipador de energía será sometido a un análisis de resultados.

Variables - Operacionalización

Variable 1 (independiente): Shear Link Bozzo (tecnología de disipación de energía)

Definición conceptual

Son elementos estructurales metálicos diseñados específicamente para mejorar la conducta de un edificio ante un sismo. Estos dispositivos están estratégicamente ubicados dentro de la estructura para dispersar y absorber la energía generada por fuerzas dinámicas externas, como sismos u otros efectos, con el fin de reducir las deformaciones y mejorar la capacidad de amortiguación del edificio. Su incorporación tiene como objetivo fortalecer la resistencia y proteger la integridad de la estructura, permitiendo una respuesta más segura ante eventos sísmicos.

Definición operacional

En el contexto de esta investigación, la variable "disipadores de energía shear link Bozzo" se identificará y describirá mediante especificaciones técnicas que detallen sus dimensiones, materiales y ubicación dentro del edificio de 5 pisos. Se evaluará su eficacia en el comportamiento estructural a través del uso del software ETABS, donde se realizarán análisis y simulaciones que permitan igualar el comportamiento del edificio con la implementación de los disipadores respecto al mismo edificio sin ellos. Se medirán y cuantificarán parámetros como las fuerzas cortantes, los momentos, los desplazamientos y las aceleraciones para determinar el porcentaje de mejora en la conducta estructural que se atribuye a la presencia de los disipadores de energía SLB.

Variable 2 : Comportamiento de la estructura

Definición conceptual

El comportamiento estructural se refiere a la respuesta y desempeño global de un edificio de 5 pisos frente a las fuerzas dinámicas externas, como sismos u otros efectos, y cómo esta estructura resiste, amortigua y se comporta ante tales cargas. Incluye aspectos como la resistencia, la rigidez, las deformaciones, las aceleraciones y la capacidad de atraer y dispersar la energía generada por estos eventos.

Definición operacional

En el contexto de esta investigación, la variable "comportamiento estructural" se evaluará mediante mediciones y análisis numéricos realizados con el software ETABS. Se tendrán en cuenta parámetros como fuerzas cortantes, aceleraciones, los momentos, los desplazamientos y las deformaciones del edificio de 5 pisos,

tanto con el empleo de los dispersadores de energía SLB como sin ellos. La comparación de estos resultados permitirá determinar el porcentaje de avance en el comportamiento estructural que proporcionan los disipadores con respecto al edificio sin disipadores, ofreciendo así una visión cuantitativa del impacto de estos elementos en la resistencia sísmica y el rendimiento general de la estructura.

Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Edificio con características específicas que debían ser consideradas en el análisis de comportamiento estructural. Esto incluía la implementación o no de disipadores de energía de conexión de arrastre Bozzo, es decir, edificaciones de concreto armado.

Muestra

En este estudio, la muestra establecida por un edificio de cinco pisos de la ciudad de Chachapoyas. Esta muestra será escogida por un muestreo no probabilístico y por conveniencia.

Muestreo

Para esta investigación, se utilizó un muestreo estratificado.

El muestreo estratificado consiste en separar la población en grupos homogéneos o estratos, tomando en cuenta criterios o características importantes para el estudio. En este contexto, los estratos se determinarían considerando factores que podrían influir en su manifestación estructural del edificio, ubicación, tipo de suelo y el diseño estructural previo.

Unidad de análisis: La propiedad de interés se encuentra en lo que se observa y mide. principal unidad de investigación. Responde a la pregunta: ¿qué se está estudiando o a quién? (Castro, 2023 (USECHE, 2023), p. 52). Por lo tanto, la unidad de análisis de la investigación será la respuesta de un edificio de cinco pisos a fuerzas dinámicas externas como sismos, así como cómo interactúa con modelado disipadores de energía SLB.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Observación directa, se ha tenido acceso a la información directa de planos de constructivos de obra, del edificio que ha sido modelado.

Instrumentos:

- Ficha de recopilación de datos,
- NTE.020 (Cargas),
- NTE.060 (Diseño de Concreto Armado),
- NTE.030 (Diseño Sismorresistente),
- Tablas de diseño de disipadores SLB según ficha técnica
- Planos del proyecto ejecutable edificio multifamiliar de 5 pisos,
- Edición de dibujo software AUTOCAD 2019 (Dueñas y Macen, 2021)

Validez

Refiere a lo que podría ser verdadero o que se asemeje a la verdad, de lo que podemos concluir que los resultados obtenidos son confiables. (Villasís et al., 2023, p. 415).

Confiabilidad de los instrumentos

Nivel o grado en el que la misma unidad de información produce los mismos resultados más de una vez bajo condiciones similares, por lo que es insensible a las variaciones de la variable de estudio (Useche, 2020, p. 55). Ante variedad de estudios con este instrumento se logrará que, para un edificio de 5 pisos, las normas de construcción a la fecha se asumen invariables, los resultados del modelado serán diferidos según la investigación del tesista, de acuerdo a los objetivos, la confianza de los resultados se brindará la validación por expertos en modelado estructural, con grado maestro.

Data de registros sísmicos del CISMID, para la zona sísmica de la ciudad de Chachapoyas, Amazonas.

Procedimientos

El procedimiento para determinar el porcentaje de mejora en la conducta estructural de una construcción de 5 pisos implementando disipadores de energía SLB respecto al mismo edificio sin estos disipadores, a través del uso del software ETABS, seguiría estos pasos:

1. Se tuvo acceso a planos diseñados en AUTOCAD, tanto de arquitectura y estructura, para ver la distribución según arquitectura, parámetros sísmicos, los datos propios de materiales, datos de suelo y categoría del edificio.

2. Modelo en ETABS: de acuerdo con los datos del primer punto, teniendo presente la norma NTE.030, la norma de cargas NTE.020 vigentes se va a determinar los parámetros de diseño; junto a ello se hará el conteo de cargas y se desarrolló los modelos estructurales en el software ETABS y CYPECAD estructuras, para el edificio de 5 pisos con y sin las tecnologías de disipadores de energía shear link Bozzo, incluyendo las propiedades y materiales adecuados (Castillo 2017).
3. Cargas y análisis: Se definió cargas sísmicas aplicables según las normas y códigos de diseño estructural relevantes. El análisis dinámico en software ETABS y CYPECAD, se pudo evaluar el comportamiento estructural de ambos edificios ante eventos sísmicos.
4. Las estructuras con disipadores sísmicos y sin ellos , a partir de un análisis dinámico lineal modal espectral, SLB proporciono la respuesta máxima de aceleraciones, cortantes dinámicas en la base y factor escala. El análisis modal espectral tipo Eigen y tipo Ritz confirmo la masa participativa en porcentaje y periodo fundamental de la estructuras.
5. Las fuerzas cortantes y las curvas de histéresis se determinaron mediante un análisis de tiempo historia, no linealidad para una estructura con disipador.
6. Resultados y comparaciones: Recolectar los datos obtenidos de las simulaciones en el software ETABS y CYPECAD, incluyendo desplazamientos, aceleraciones, fuerzas internas, entre otros parámetros relevantes. Comparar los resultados entre el edificio con y sin disipadores para determinar el porcentaje de mejora en el comportamiento estructural.
7. Análisis estadístico: Realizar un análisis estadístico de los datos para obtener conclusiones significativas y establecer la validez de las hipótesis planteadas.

Método de análisis de datos

El programa de computación AutoCAD, así como para el proceso de transformación y manejo de datos. Además, se utilizo, una estructura 3D integrada con nudos y barras con una libertad de 6 grados desde el BIM gestionada por CYPECAD. para el modelamiento, diseño y análisis de los

elementos que forman parte estructural del edificio, además de realizar la simulación del sistema al incorporar los disipadores SLB bajo cargas sísmicas. Finalmente, Microsoft Excel se utilizó para crear hojas de cálculo que contienen los resultados y comparaciones presentados en tablas y gráficos. Estos datos serán detalladamente descritos, interpretados y respaldados en el desarrollo del presente proyecto.

Aspectos éticos

El tesista del trabajo y estudio de investigación se comprometió a trabajar de manera honesta y responsable a lo largo de su desarrollo, con el objetivo de aportar al estudio y generación de nuevos conocimientos relacionados con prácticas o métodos innovadores, más aún ahora en demandas del uso de la metodología BIM. Asimismo, se enfocan en aplicar valores humanistas y demostrar un fuerte compromiso con el cuidado del medio ambiente.

III. RESULTADOS

Partiremos del objetivo general: Implementar los Disipadores De Energía Shear Link Bozzo para mejorar el Comportamiento Estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023.

3.1. Situación del proyecto

Tabla 1: Cargas asumidas de uso – Norma E020.

Planta	Sobre.C.U (t/m ²)	C.M (t/m ²)
T. Alig. 4	0.25	0.20
T. Alig. 3	0.25	0.20
T. Alig. 2	0.25	0.20
T. Alig. 1	0.25	0.20
Cimentación	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

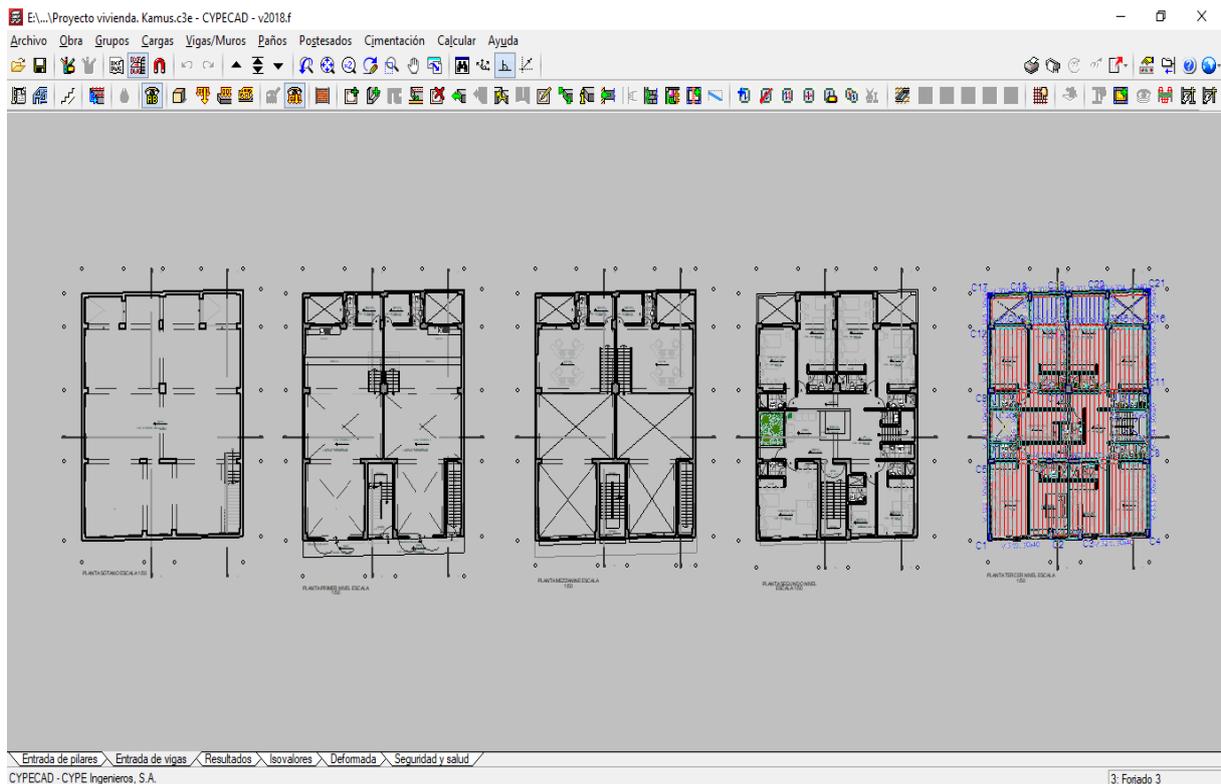


Figura 7 : Análisis modal espectral (NTE.030), Artículo 4.6).

Fuente: elaboración propia

Características del emplazamiento

Zona sísmica Zona 2: (NTE.030)

Tipo de perfil de suelo S2: (NTE.030)

Sistema estructural

Estimado del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Tipología (X), (NTE.030): I

Tipología (Y), (NTE.030), I

h: Altura h : 10.90 m

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso : 0.50

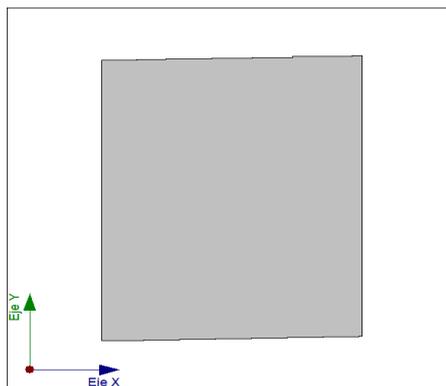
Fracción de sobrecarga de nieve : 0.50

Factor multiplicador del espectro : 1.00

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y



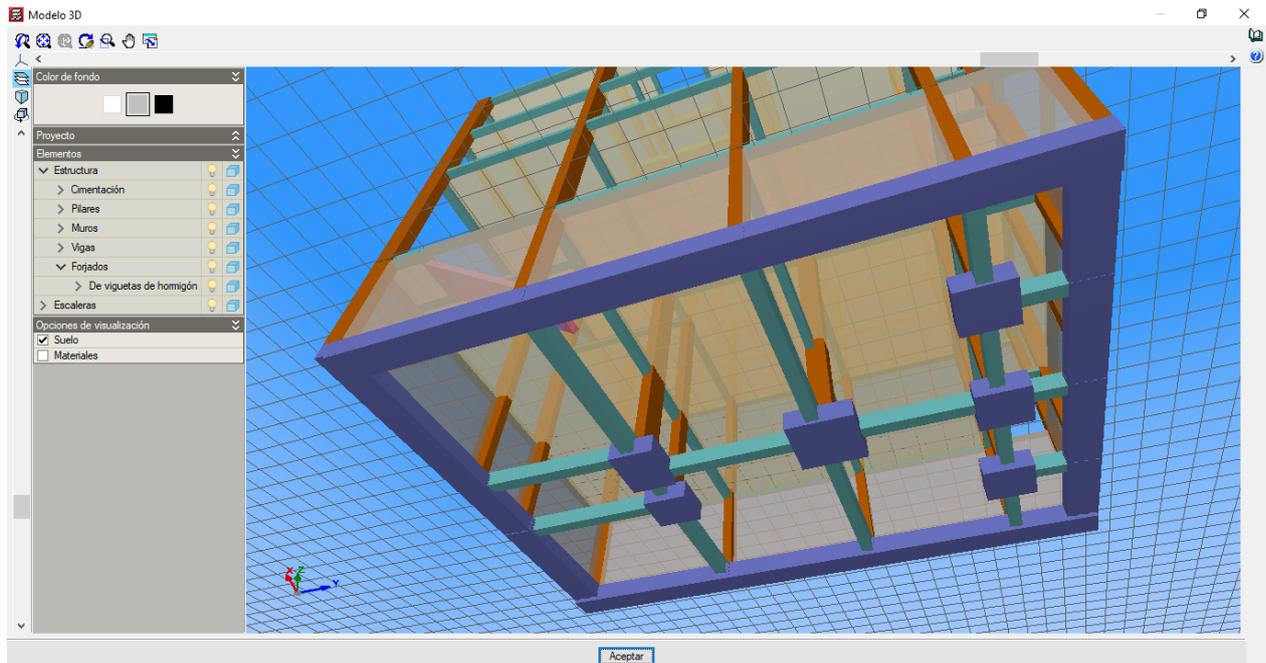


Figura 8: Direcciones de análisis-Modelado desde la cimentación.

Fuente: Elaboración propia.

Situación persistente o transitoria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_K + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situación sísmica

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{AE} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Combinaciones

Nombres de las hipótesis

Tabla 2: *Combinaciones de análisis sísmico.*

P.P	C.M	Q.a	S.X	S.Y	P.P
1	1.400	1.400			
2	1.400	1.400	1.700		
3	0.900	0.900		-1.000	
4	1.250	1.250		-1.000	
5	0.900	0.900	1.250	-1.000	
6	1.250	1.250	1.250	-1.000	
7	0.900	0.900		1.000	
8	1.250	1.250		1.000	
9	0.900	0.900	1.250	1.000	
10	1.250	1.250	1.250	1.000	
11	0.900	0.900			-1.000
12	1.250	1.250			-1.000
13	0.900	0.900	1.250		-1.000
14	1.250	1.250	1.250		-1.000
15	0.900	0.900			1.000
16	1.250	1.250			1.000
17	0.900	0.900	1.250		1.000
18	1.250	1.250	1.250		1.000

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos

Tabla 3: Desplazamientos

Comb.	P.P	C.M	Q.a	S.X	S.Y
1	1.000	1.000			
2	"	"	"		
3	"	"		-1.000	
4	"	"	"	-1.000	
5	"	"		"	
6	"	"	"	"	
7	"	"			-1.000
8	"	"	"		-1.000
9	"	"			"
10	"	"	"		"

Fuente: Se asume del procesamiento, según norma peruana.

Tabla 4: : Data de grupos y plantas

Grupo	Nombre	Planta	Nombre	H	Cota
4	T. Alig. 4	4	T. Alig. 4	2.90	10.90
3	T. Alig. 3	3	T. Alig. 3	2.90	8.00
2	T. Alig. 2	2	T. Alig. 2	5.10	5.10
1	T. Alig. 1	1	T. Alig. 1	3.50	0.00
0	Cimentación				-3.50

Fuente: Se asume del procesamiento, según norma peruana.

Tabla 5: Hormigones

Elemento	Dosificación f_c	Fck (kp/cm ²)	gc	Grava (mm)	Ec (kp/cm ²)
Todos	210	210	1.00	19	219689

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Aceros en barras

Elemento	Acero	Fyk (kp/cm ²)	gs
Todos	60	4200,0	1.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Total obra

Elemento	Molde o encofre (m ²)	Área (m ²)	Vol. (m ³)	Barras (kg)
Techo aligerado de viguetas	-	858.64	75.130	2541
Vigas	264.01	210.54	51.580	6953
Muros de hormigón armado	-	475.23	80.550	4470
Pilares	528.37	-	60.890	12630
Escaleras	-	9.74	1.430	415
Total	-	1554.15	269.580	27009
Índices (por m ²)	-	-	0.248	24.82
Total: 1088.22 m ²				

Fuente: Procesamiento, propio del tesista.

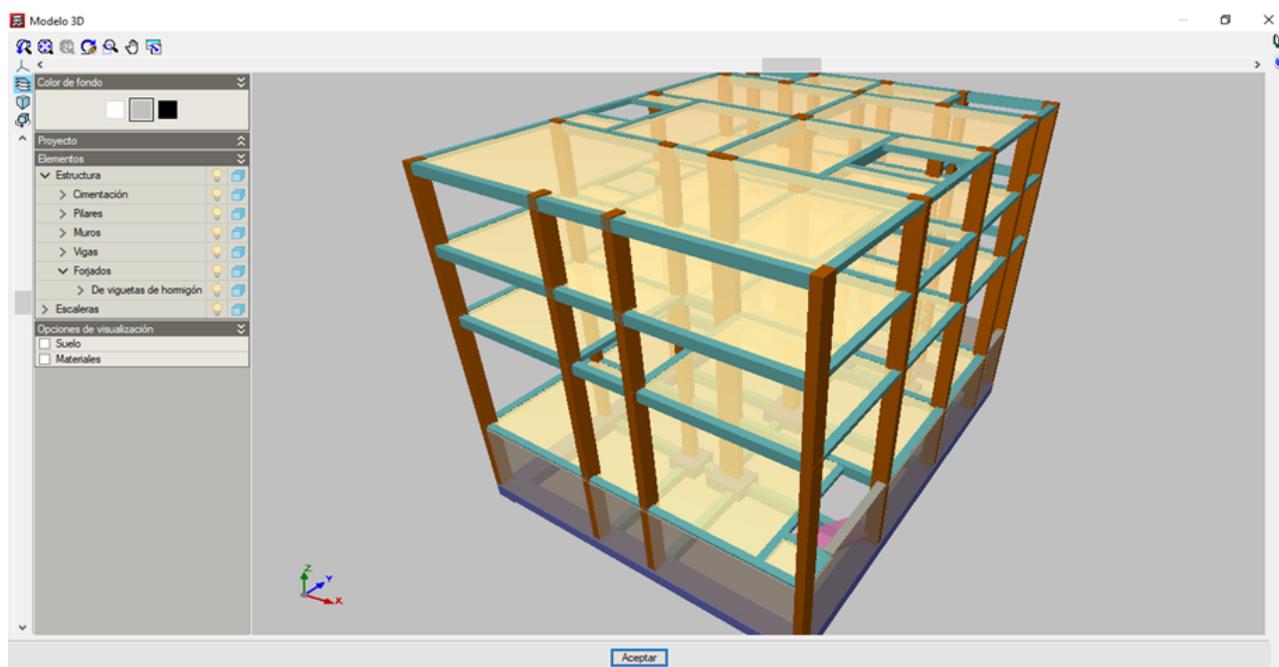


Figura 9: Imagen espectral de justificación sísmica

Fuente: Elaboración propia.

Distorsión de columnas

Altura del nivel respecto al inmediato inferior: h

La distorsión absoluta es la diferencia entre los desplazamientos en un nivel o piso y los desplazamientos en el nivel inmediatamente inferior. El valor relativo será limitado por las alturas relativas de la planta ' h '. En este caso, el valor "Total" se determina tomando el valor de " h " de la altura total.

En cuanto al objetivo específico: Describir el comportamiento estructural de un edificio de cinco pisos antes de usar los disipadores de energía SLB.

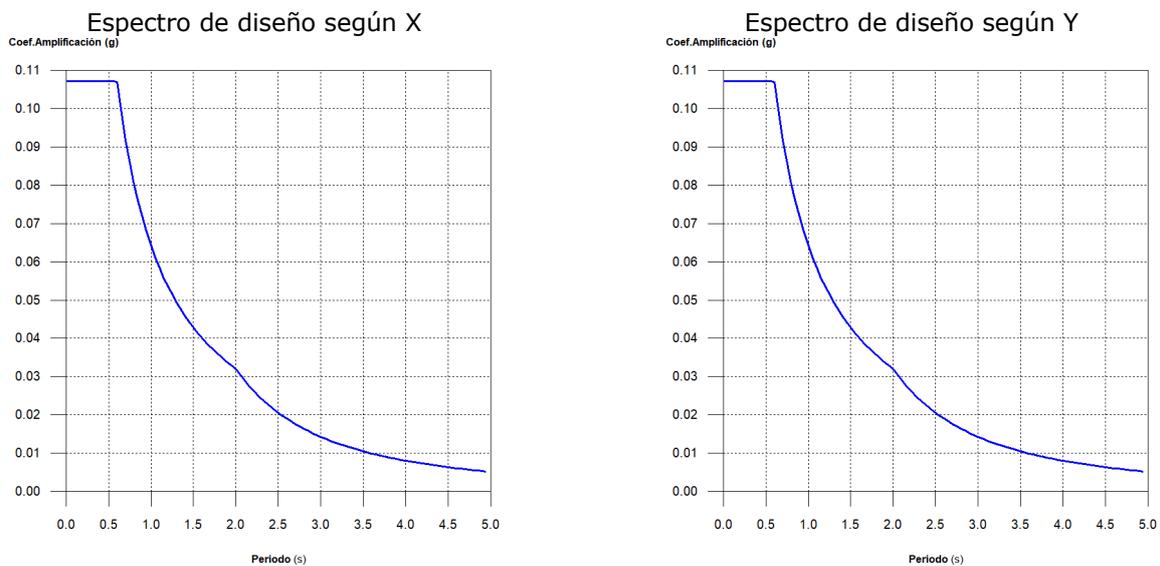


Figura 10: Espectros para diseños para X y Y-Diseño sísmico.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Coeficientes intervinientes.

Modo	T	L.x	L.y	Lgz	M.x	M.y	Hip X (1)	Hip Y (1)
Mod 1	0.721	0.0173	0.9415	0.3367	0.03 %	91.82 %	R = 7 A = 0.875 m/s ² D = 11.5381 mm	R = 7 A = 0.875 m/s ² D = 11.5381 mm
Mod 2	0.583	0.1363	0.0089	0.9906	47.07 %	0.2 %	R = 7 A = 1.05 m/s ² D = 9.04706 mm	R = 7 A = 1.05 m/s ² D = 9.04706 mm
Mod 3	0.427	0.1344	0.0104	0.9909	47.38 %	0.04 %	R = 7 A = 1.051 m/s ² D = 4.864 mm	R = 7 A = 1.051 m/s ² D = 4.864 mm
Total					94.48 %	92.06 %		

Fuente: Elaboración propia.

Representación de los periodos modales

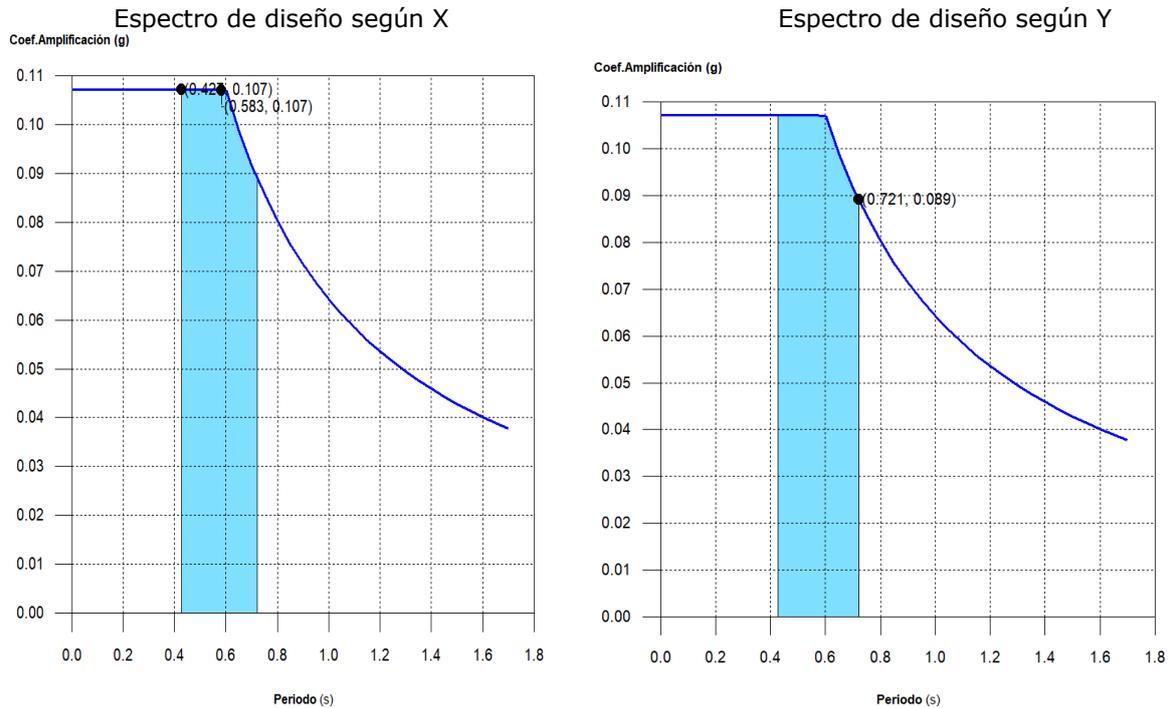


Figura 11: espectro de diseño para X y Y

Fuente: Elaboración, propio del tesista.

Se representó la posición de periodos que abarcan los modos estudiados, con instrucción, modos se mueve más del 30% de la masa:

Tabla 9: Hip. de sismo X1 e Y1

Hip. modal	T (s)	A (g)
Mod 2	0.583	0.107
Mod 3	0.427	0.107

Hip.Sismo Y1		
Hip. modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.721	0.089

Fuente: Procesamiento propio del tesista

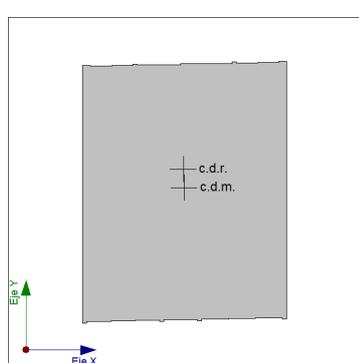
Tabla 10: Centro de masas, rigidez y excentricidad.

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	eX (m)	eY (m)
T. Alig. 4	(7.43, 9.53)	(7.37, 11.36)	0.06	-1.83

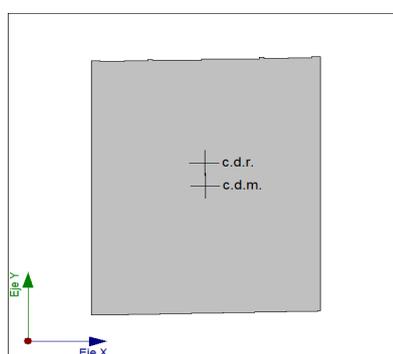
Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	eX (m)	eY (m)
T. Alig. 3	(7.42, 9.64)	(7.37, 11.36)	0.06	-1.71
T. Alig. 2	(7.43, 10.01)	(7.37, 11.34)	0.06	-1.33
T. Alig. 1	(7.49, 9.70)	(7.48, 9.75)	0.02	-0.05

Fuente: Procesamiento propio del tesista

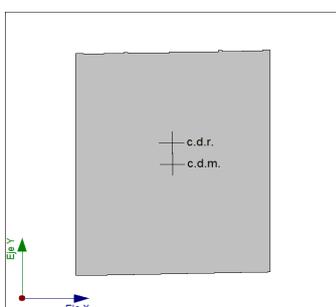
Representación gráfica de la posición definida en relación a un objeto (centro de masas) y del centro de rigidez por planta



Forjado 2



Forjado 3



Forjado 4

Figura 12: relación de posición objeto

Fuente: Elaboración propia

Corrección por cortante basal

Cortante dinámico CQC

La combinación cuadrática completa (CQC) de cortantes, basada en la hipótesis modal, se utilizó para obtener el cortante basal dinámico (Vd).

Tabla 11: Cortante basal X

Hip sísmica (X)	Hip modal	VX (t)	Vd,X (t)
Sismo X1	Mod 1	0.0170	45.8199
	Mod 2	30.8824	
	Mod 3	31.1232	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Cortante basal Y

Hip sísmica (Y)	Hipótesis modal	VY (t)	Vd,Y (t)
Sismo Y1	Mod 1	50.1596	50.1860
	Mod 2	0.1323	
	Mod 3	0.0726	

Fuente: Elaboración propia.

Cortante basal estático

En la base de la estructura se determinó:

$$V_{sx} = MAX(S_d(T_{ax}).P; 0125.Z.U.S.P)$$

Descrito de la siguiente manera:

Tipología estructural (X) (Norma Técnica E.030, Artículo 4.5.4): I

$$T_a = \frac{h}{35}$$

Donde:

h: Altura del edificio: 10.90 m

V_{s,γ}: Cortante sísmico- base (Y) (Norma Técnica E.030, Artículo 4.5.2)

$$V_{sy} = MAX(S_d(T_{ay}).P; 0125.Z.U.S.P)$$

$$V_{S,Y} = 65.6098 \text{ t}$$

S_{d,γ}(T_a): Aceleración espectral horizontal de diseño (Y)

$S_{d,Y}(T_a)$: 0.107 g

$T_{a,Y}$: Periodo fundamental aproximado (Y) (Norma Técnica E.030.

$T_{a,Y}$: 0.31 s

Tipología estructural (Y) (Norma Técnica E.030. Artículo 4.5.4): I

$$T_a = \frac{h}{35}$$

h: Altura: 10.90 m

peso sísmico: De la estructura, suma de los pesos sísmicos que se manifiestan en la totalidad de plantas.

$$P = \sum_{i=1}^n P_i$$

pi: Peso sísmico total de la planta "i": El cálculo de la acción sísmica tiene en cuenta la totalidad de la carga permanente y la fracción de sobrecarga de uso.

P: Peso sísmico total de la estructura: 612.3578 t

Tabla 13: Forjados-Aligerados

Planta	p_i (t)
T. Alig. 4	191.0373
T. Alig. 3	205.7448
T. Alig. 2	215.5758
$P=\sum p_i$	612.3578

Fuente: Elaboración propia

Verificación de la condición de cortante basal

La combinación modal fue menor que el 80% del cortante sísmico estático basal (V_s) en las direcciones de análisis. La multiplicación del factor de modificación, que es $0,8 V_s/V_d$, se utilizó estos parámetros de la respuesta dinámica.

La geometría según altura (NTE.030): Regular

Tabla 14: *_Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016) (Artículo 4.6.4)*

Hip. sísmica	Condición mínima del cortante basal	Factor de transformación
Sismo X1	$V_{d, X1} \geq 0.80 \cdot V_{s, X}$ 45.8199 t ³ ; 52.4878 t	1.15
Sismo Y1	$V_{d, Y1} \geq 0.80 \cdot V_{s, Y}$ 50.1860 t ³ ; 52.4878 t	1.05

Fuente: elaboración propia

Cortante sísmico combinado por planta

El valor máximo del cortante por planta fue proporcionado por la Combinación Cuadrática Completa (CQC) de los cortantes modales correspondientes.

La fuerza sísmica equivalente y el corte sísmico combinado por planta

Tabla 15: *Hipótesis sísmica: Sismo X1.*

Planta	Q.x (t)	F_{eq.X} (t)	Q.y (t)	F_{eq.Y} (t)
T. Alig. 4	18.4907	18.4907	1.1411	1.1411
T. Alig. 3	34.5376	16.0502	2.0355	0.8944
T. Alig. 2	45.8199	11.3098	2.6230	0.5876
T. Alig. 1	45.8199	0.0000	2.6230	0.0000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: *Hipótesis sísmica: Sismo Y1*

Planta	Q.x (t)	F_{eq.X} (t)	Q.y (t)	F_{eq.Y} (t)
T. Alig. 4	1.4283	1.4283	21.3351	21.3351
T. Alig. 3	2.6700	1.2419	38.8185	17.4834
T. Alig. 2	3.5361	0.8687	50.1860	11.3675
T. Alig. 1	3.5361	0.0000	50.1860	0.0000

Fuente: Elaboración propia.

Los mayores cortantes sísmicos

Sismo X1



Figura 13: hipótesis sísmica X

Fuente: Elaboración propia.

Sismo Y1

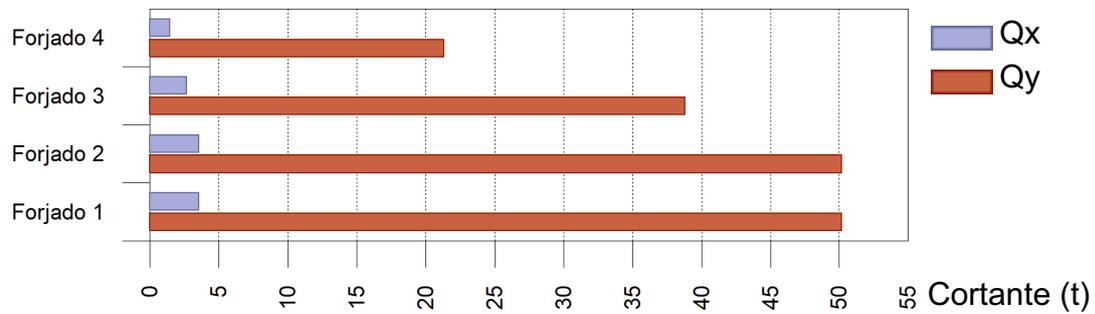


Figura 14: hipótesis sísmica Y

Fuente: Elaboración propia

Equivalente de fuerzas sísmicas por unidad de construcción

Sismo X1

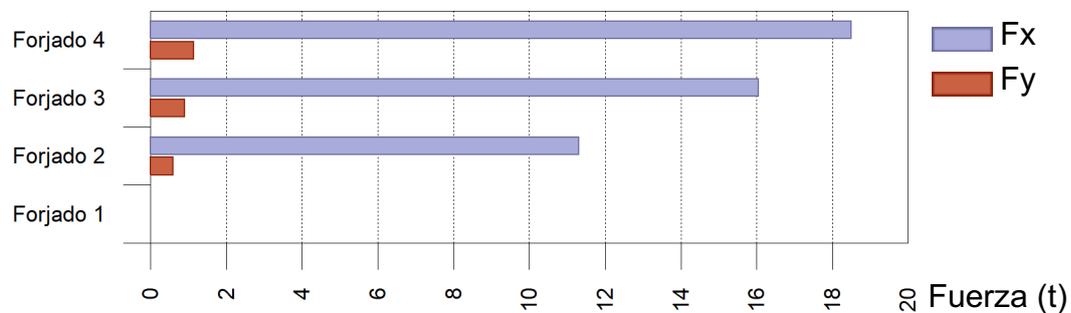


Figura 15: hipótesis sísmica X

Fuente: Elaboración propia.

Sismo Y1

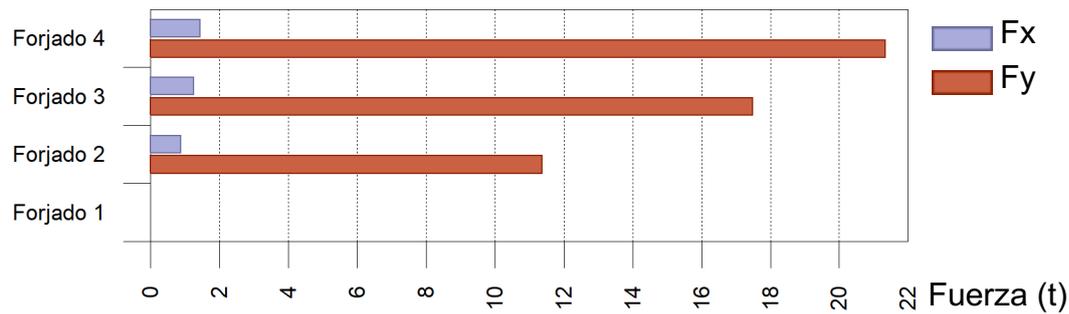


Figura 16: hipótesis sísmica Y

Fuente: Elaboración propia.

El cortante sísmico de la columna "Muros" incluye elementos de arriostramiento, pantallas y cortantes resistidos por muros, que representan el 1% del total.

Tabla 17: Sismo X1: Hipótesis sísmica

Planta	%QX		%QY	
	Pilares	Muros	Pilares	Muros
T. Alig. 4	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 3	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 2	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 1	19.74	80.26	23.03	76.97

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18: Sismo Y1: Hipótesis sísmica

Planta	%QX		%QY	
	Pilares	Muros	Pilares	Muros
T. Alig. 4	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 3	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 2	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 1	19.90	80.10	24.07	75.93

Fuente. Elaboración propia.

El cortante sísmico de la columna "Muros" incluyó el cortante sísmico resistido por muros, pantallas y elementos de arriostramiento en porcentaje del cortante sísmico, según la Tabla 19

Tabla 19: Porcentaje cortante sísmico.

Hip. sísmica	%QX		%QY	
	Columnas	Muros	Columnas	Muros
X1	19.74	80.26	23.03	76.97
Y1	19.90	80.10	24.07	75.93

Fuente: Elaboración propia

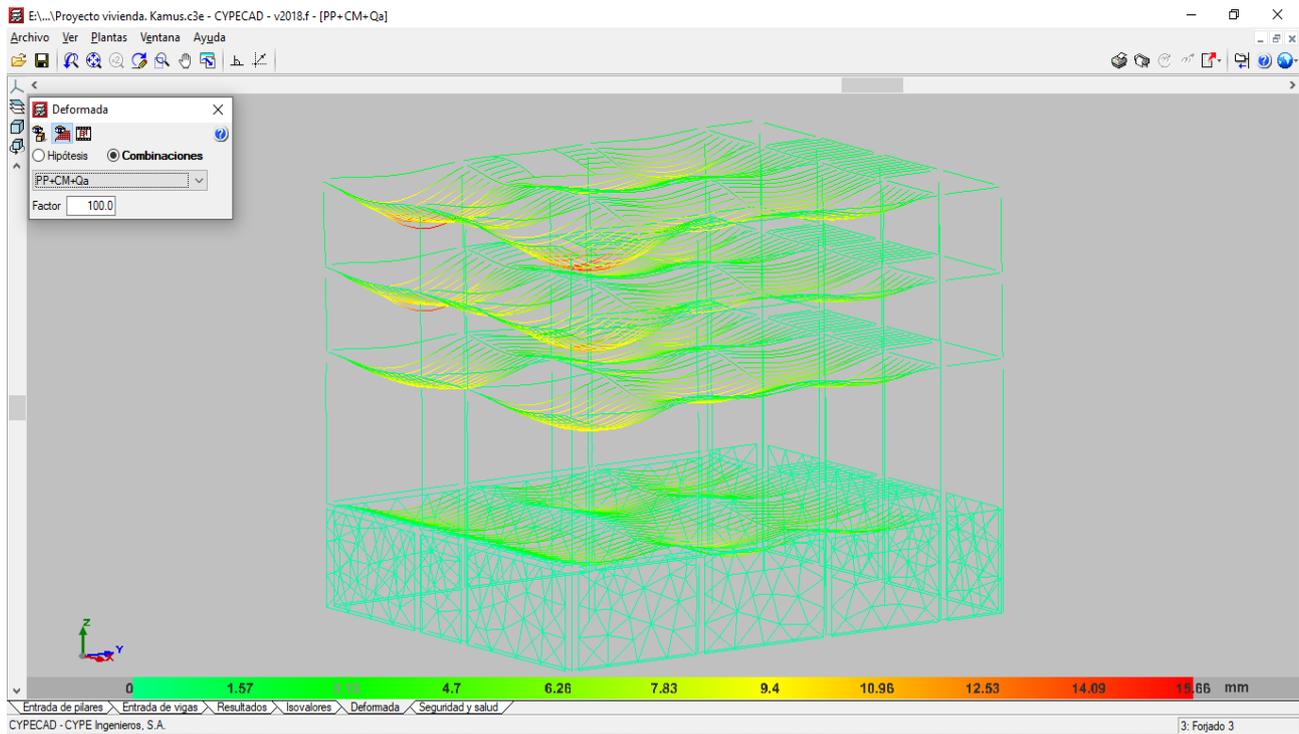


Figura 17: Imagen espectral de porcentaje cortante.

Fuente: propia.

Tabla 20.a: Valores máximos de la distorsión sin asumir SLB.

Desplome local máximo de los pilares (d / h)				
Planta	situaciones que son permanentes o transitorias		Situaciones sísmicas (1)	
	X	Y	X	Y
T. Alig. 4	----	1 / 4834	1 / 184	1 / 144
T. Alig. 3	----	1 / 7250	1 / 141	1 / 118
T. Alig. 2	----	----	1 / 123	1 / 123
T. Alig. 1	----	----	----	----

Notas:
(1) Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21.b: Valores totales de la distorsión según diseño sin asumir SLB

El desplome máximo de los pilares (D / H)			
Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas (1)	
X	Y	X	Y
----	----	1 / 184	1 / 168

Notas:
(1) Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al objetivo específico: calcular el porcentaje de mejora del comportamiento estructural después de la implementación de disipadores de energía SLB, edificio de cinco pisos.

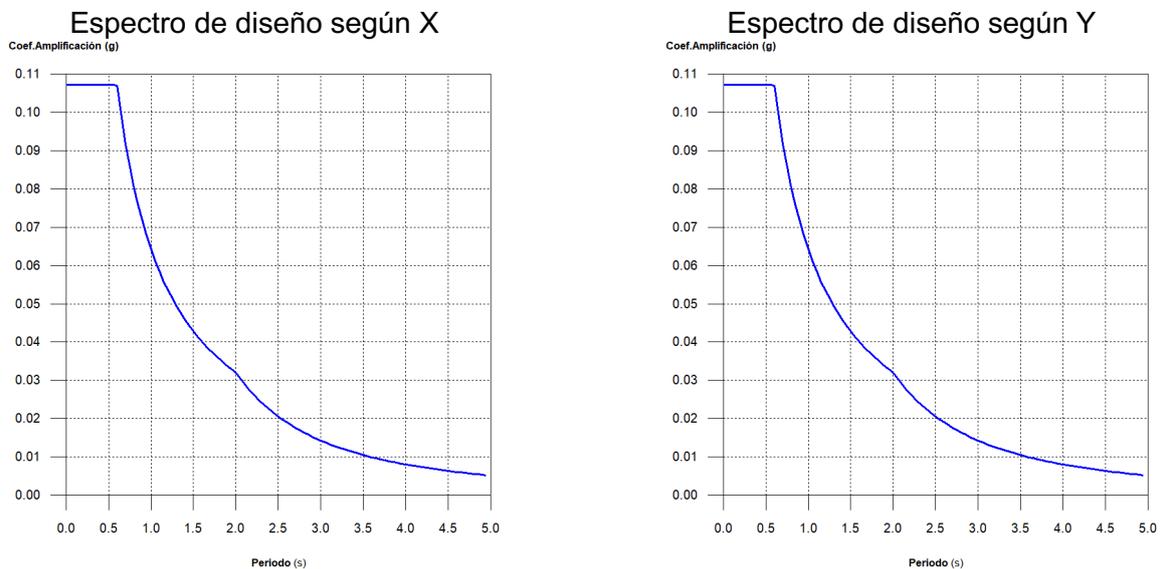


Figura 18: Espectros para diseños para X y Y-Diseño sísmico-asumiendo SLB.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: *Coefficientes de participación*

Modo	T	L _x	L _y	L _{gz}	M _x	M _y	Hip X (1)	Hip Y (1)
Mod 1	0.721	0.0349	0.8559	0.516	0.15 %	91.33 %	R = 7 A = 0.875 m/s ² D = 11.5371 mm	R = 7 A = 0.875 m/s ² D = 11.5371 mm
Mod 2	0.624	0.1166	0.0153	0.9931	40.42 %	0.7 %	R = 7 A = 1.013 m/s ² D = 9.97698 mm	R = 7 A = 1.013 m/s ² D = 9.97698 mm
Mod 3	0.465	0.1559	0.0048	0.9878	53.69 %	0.05 %	R = 7 A = 1.051 m/s ² D = 5.76465 mm	R = 7 A = 1.051 m/s ² D = 5.76465 mm
Total					94.26 %	92.08 %		

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de vibración en segundos es T.

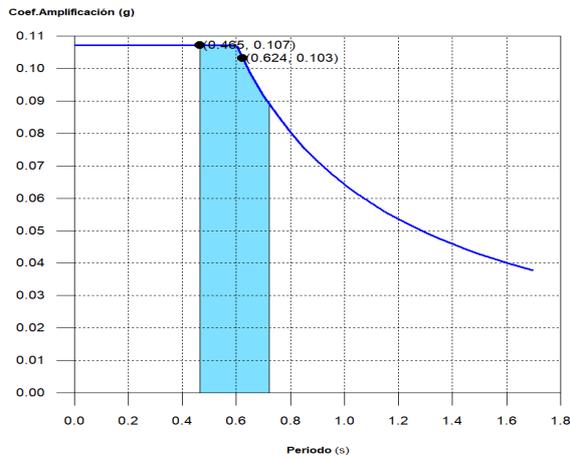
D: Los coeficientes de modo. Esto equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámica.

L_{gz} es el coeficiente de participación normalizado que indica el grado de libertad rotacional.

A: Aceleración del cálculo y ductilidad

Representación de los periodos modales

Espectro de diseño según Y



Espectro de diseño según X

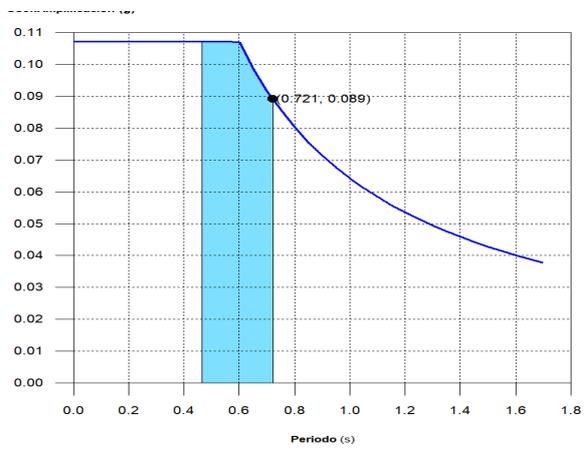


Figura 19: espectros de diseño para X e Y

Fuente: Elaboración propia.

Las características fueron representadas por categorías de tiempo, indicando los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa.

Tabla 23: hipótesis para sismo X1 e Y1

Hip. Sismo X1			Hip. Sismo Y1		
Hip modal	T (s)	A (g)	Hip modal	T (s)	A (g)
Mod 2	0.624	0.103	Mod 1	0.721	0.089
Mod 3	0.465	0.107			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Cada planta tiene un centro de masas, un centro de rigidez y excentricidades.

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	eX (m)	eY (m)
T. Alig. 4	(7.43, 9.53)	(7.37, 11.36)	0.06	-1.82
T. Alig. 3	(7.42, 9.70)	(7.37, 11.36)	0.06	-1.66
T. Alig. 2	(7.43, 9.95)	(7.36, 11.02)	0.07	-1.08
T. Alig. 1	(7.49, 9.68)	(7.48, 9.73)	0.02	-0.04

Fuente: Elaboración propia

Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta

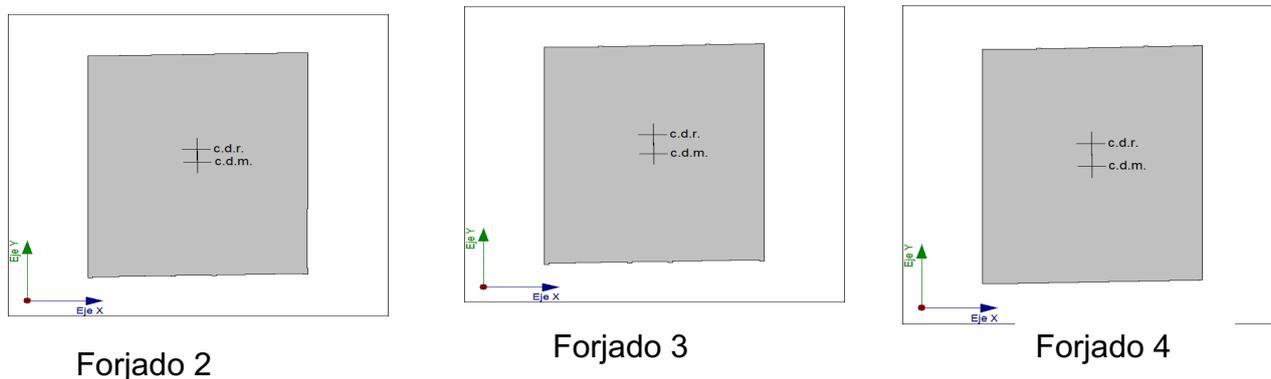


Figura 20: Centro de masas con respecto a rigidez de planta

Fuente: Elaboración propia

Corrección por cortante basal

Cortante dinámico CQC

Por la hipótesis modal, (Vd) se obtuvo tanto por dirección como por hipótesis sísmica mediante la combinación cuadrática completa (CQC), cortantes en la base.

Tabla 25: hipótesis sísmica (x)-asumiendo SLB.

Hip sísmica (X)	Hip modal	V.X (t)	Vd.X (t)
Sismo X1	Mod 1	0.0838	46.3260
	Mod 2	25.9551	
	Mod 3	35.7768	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: hipótesis sísmica (Y)

Hip sísmica (Y)	Hip modal	VY (t)	Vd,Y (t)
Sismo Y1	Modo 1	50.4893	50.6355
	Modo 2	0.4479	
	Modo 3	0.0336	

Fuente: Elaboración propia

Cortante basal estático

Para cada una de las direcciones de análisis, se determinó:

El corte sísmico en la base (X) se conoce como $V_{s,x}$ (NTE.030, Artículo 4.5.2).

Para cada una de las direcciones de análisis, se determinó:

El corte sísmico en la base (X) se conoce como $V_{s,x}$ (NTE.030, Artículo 4.5.2).

$$V_{s,x} = \text{MAX}(S_d(T_{a,x}) * P; 0.125 * Z * U * S * P)$$

Encontramos que $V_{s,x} = 67.0115 \text{ t}$

$S_{d,x}(T_a)$: La aceleración espectral horizontal del diseño (X) es igual a 0.107 g, y $(T_{a,x})$ es igual al período fundamental aproximado (X) se conoce como $T_{a,x}$.

$T_{a,x}$ es 0.31 s

Tipología de estructura (X) (NTE. 030, Artículo 4.5.4): I

$$T_a = \frac{h}{35}$$

h: Altura : 10.90 m

$V_{s,y}$: Cortante sísmico-base (Y) (Norma Técnica E.030, Artículo 4.5.2)

$$V_{s,y} = \text{MAX}(S_d(T_{a,y}) * P; 0.125 * Z * U * S * P)$$

$V_{s,y} = 67.0115 \text{ t}$

$S_{d,y}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (Y)

$S_{d,y}(T_a) = 0.107 \text{ g}$

$T_{a,y}$: Período fundamental aproximado (Y)

$T_{a,y} = 0.31 \text{ s}$

Tipología estructural (Y) (Norma Técnica E.030, Artículo 4.5.4): I

$$T_a = \frac{h}{35}$$

h: Altura: 10.90 m

Peso sísmico total de la estructura: Suma de los pesos sísmicos de todas las plantas.

$$P = \sum_{i=1}^n P_i$$

P: 625.4406 t

p_i: Peso sísmico total de la planta "i"

El cálculo de la acción sísmica tiene en cuenta la totalidad de la carga permanente y la fracción de sobrecarga de uso.

Tabla 27: peso sísmico total en planta

Planta	Pi (t)
T. Alig. 4	191.1604
T. Alig. 3	204.9659
T. Alig. 2	229.3143
P= Σpi	625.4406

Fuente: Elaboración propia

Verificación de la condición de cortante basal

Después de la combinación modal, (V_d) para cualquiera de las direcciones de análisis y es menor que el 80% del cortante basal sísmico estático (V_s).

Parámetros de la respuesta dinámica son 0,8 V_s/V_d.

Tabla 28: geometría en altura Norma Técnica E.030 (Artículo 4.6.4)

Hip sísmica	Condición mínima del cortante basal	Factor
X1	$V_{d,X1} \geq 0.80 \cdot V_{s,X}$ 46.3260 t ³ 53.6092 t	1.16
Y1	$V_{d,Y1} \geq 0.80 \cdot V_{s,Y}$ 50.6355 t ³ 53.6092 t	1.06

Fuente: Elaboración propia extraído del modelado estructural.

Cortante sísmico combinado por planta

Máximo del cortante por planta utilizando la Combinación Cuadrática Completa (CQC) de los cortantes modales correspondientes.

Tabla 29: Sismo X1-Asumiendo SLB

Planta	Q.X (t)	Feq.X (t)	Q.Y (t)	Feq. Y (t)
T. Alig. 4	16.8265	18.3934	2.0185	2.0185
T. Alig. 3	32.1199	15.9912	3.6373	1.6188
T. Alig. 2	46.3260	11.9709	4.7432	1.1059
T. Alig. 1	46.3260	0.0000	4.7432	0.0000

Fuente: Elaboración elaboración propia

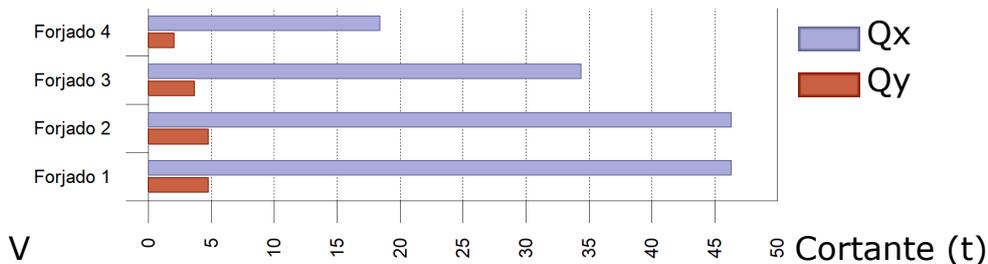
Tabla 30: Sismo Y1-Asumiendo SLB

Planta	Q.X (t)	Feq.X (t)	Q.Y (t)	Feq. Y (t)
T. Alig. 4	1.9675	1.9675	21.3337	21.3337
T. Alig. 3	3.6119	1.6446	38.7385	17.4047
T. Alig. 2	4.7466	1.1353	50.6355	11.8971
T. Alig. 1	4.7466	0.0000	50.6355	0.0000

Fuente: Elaboración propia extraído del modelado estructural.

Cortantes sísmicos máximos por planta

Sismo X1



Sismo Y1

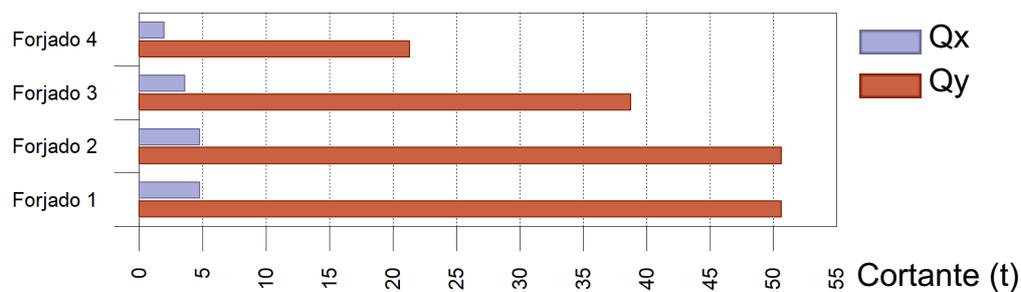
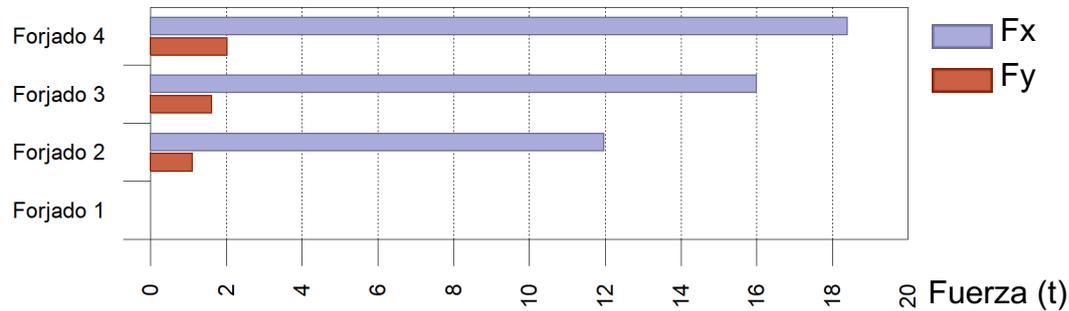


Figura 21: Cortantes sísmicos máximos por planta X e Y

Fuente: Elaboración propia extraído del modelado estructural.

Fuerzas sísmicas equivalentes por unidad de construcción

Hip. sísmica: Sismo X₁



Hip. sísmica: Sismo Y₁

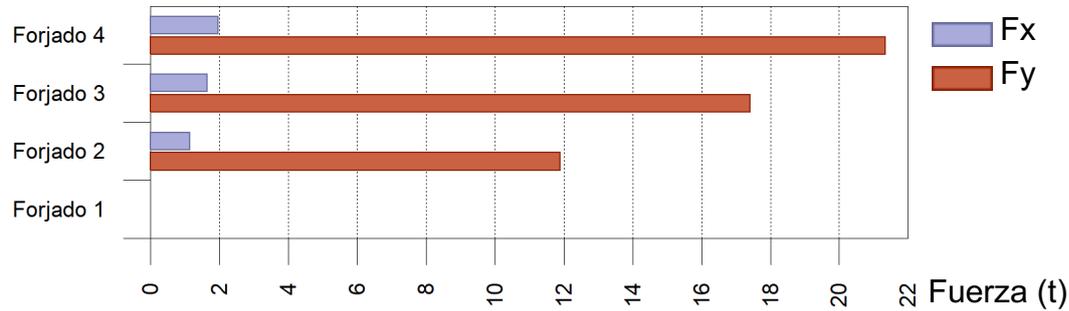


Figura 22: Fuerzas equivalentes por planta X e Y

Fuente: Elaboración propia extraído del modelado estructural.

Porcentaje de cortante sísmico resistido por tipo de soporte y por planta

Tabla 31: Hipótesis sísmica: Sismo X1

Planta	%Q. _x		%Q. _y	
	Columnas	Muros	Columnas	Muros
T. Alig. 4	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 3	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 2	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 1	20.56	79.44	23.51	76.49

Fuente:

Elaboración propia extraído del modelado estructural.

Tabla 32: Hipótesis sísmica: Sismo Y1

Planta	%Q. _x		%Q. _y	
	Columnas	Muros	Columnas	Muros
T. Alig. 4	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 3	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 2	100.00	0.00	100.00	0.00
T. Alig. 1	24.53	75.47	24.14	75.86

Fuente: elaboración propia

Porcentaje de cortante sísmico resistente en arranques por tipo de soporte

Tabla 33: porcentaje de hipótesis sísmica

Hip sísmica	%Q.X		%Q.Y	
	Columnas	Muros	Columnas	Muros
X1	20.56	79.44	23.51	76.49
Y1	24.53	75.47	24.14	75.86

Fuente: Elaboración propia

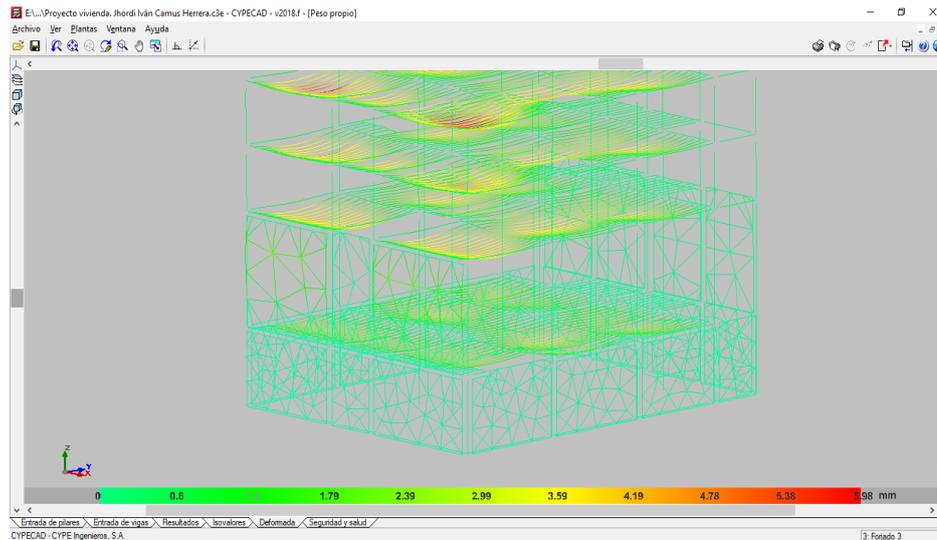


Figura 23: imagen espectral de cortante sísmica.

Fuente: Elaboración propia, del modelado estructural

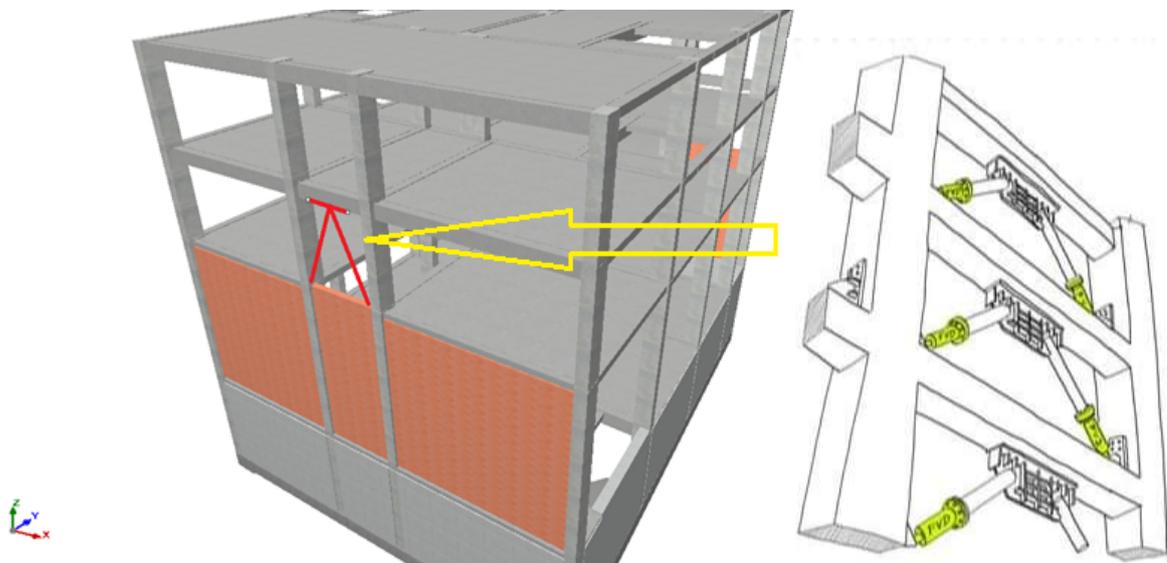


Figura 24: -a: Imagen en 3D de estructura con el modelado de rigidez equivalente asumiendo SLB

Fuente: propia, del modelado estructural.

Se incorporaron disipadores SLB de tercera generación con muros desacoplados en la dirección X de la edificación, frontis y posterior..

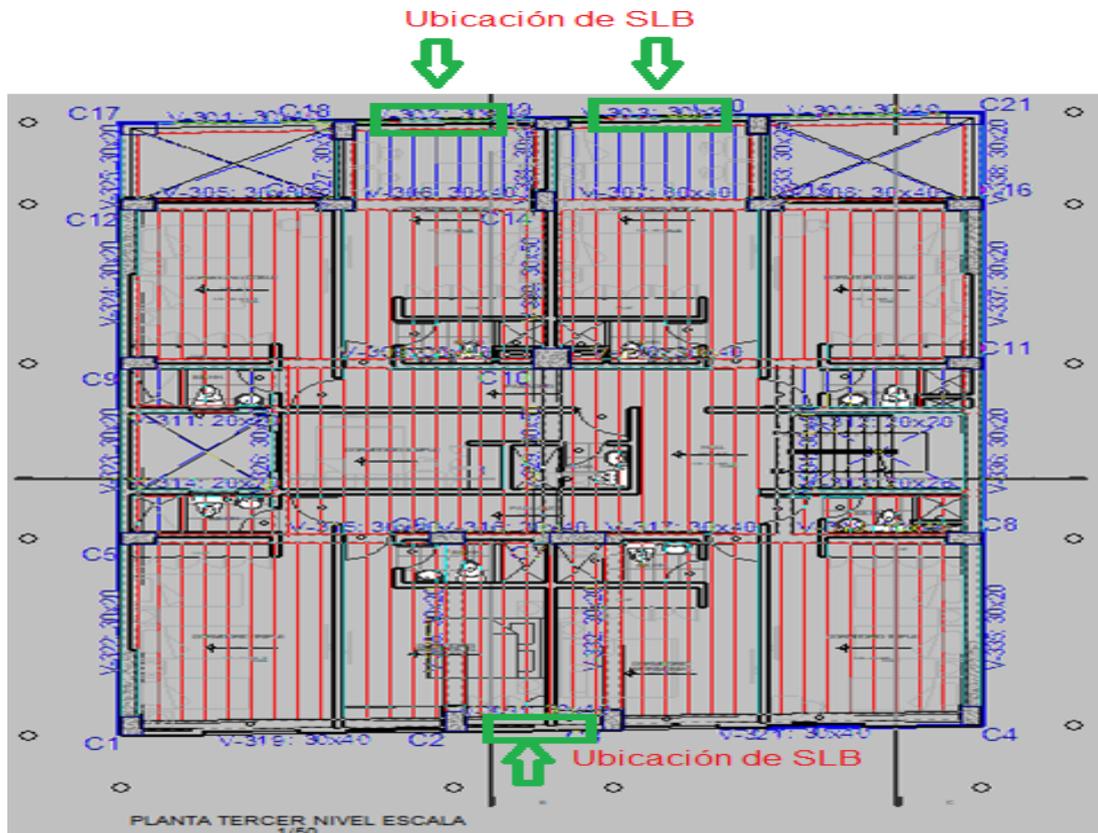


Figura 25-b: Imagen en 2D, en planta de estructura con la ubicación de los elementos de rigidez equivalente

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Situaciones sísmicas asumiendo disipadores SLB

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Columnas	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
C1	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0136	h / 213	----	0.0172	h / 156	----
	T. Alig. 3	7.80	2.80	0.0192	h / 146	----	0.0202	h / 127	----
	T. Alig. 2	5.00	5.10	0.0374	h / 136	----	0.0331	h / 142	----
	T. Alig. 1	-0.10	3.40	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0704	h / 202	----	0.0707	h / 185	----
C2	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0136	h / 214	----	0.0178	h / 150	----
	T. Alig. 3	7.80	2.80	0.0190	h / 147	----	0.0212	h / 122	----
	T. Alig. 2	5.00	5.10	0.0370	h / 138	----	0.0349	h / 135	----
	T. Alig. 1	-0.10	3.40	0.0002	----	----	0.0001	----	----

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Columnas	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0698	h / 203	----	0.0739	h / 177	----
C3	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0135	h / 215	----	0.0179	h / 149	----
	T. Alig. 3	7.80	2.80	0.0189	h / 148	----	0.0217	h / 119	----
	T. Alig. 2	5.00	5.10	0.0369	h / 138	----	0.0358	h / 131	----
	T. Alig. 1	-0.10	3.40	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0694	h / 205	----	0.0755	h / 173	----
C4	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0134	h / 217	----	0.0190	h / 141	----
	T. Alig. 3	7.80	2.80	0.0188	h / 149	----	0.0234	h / 110	----
	T. Alig. 2	5.00	5.10	0.0366	h / 139	----	0.0390	h / 120	----
	T. Alig. 1	-0.10	3.40	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0690	h / 206	----	0.0814	h / 160	----
C5	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0093	h / 311	----	0.0172	h / 156	----
	T. Alig. 3	7.80	2.90	0.0128	h / 226	----	0.0202	h / 132	----
	T. Alig. 2	4.90	5.15	0.0251	h / 205	----	0.0332	h / 143	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0474	h / 299	----	0.0707	h / 185	----
C6	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0093	h / 311	----	0.0177	h / 152	----
	T. Alig. 3	7.80	2.90	0.0128	h / 226	----	0.0212	h / 127	----
	T. Alig. 2	4.90	5.15	0.0251	h / 205	----	0.0348	h / 137	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0474	h / 299	----	0.0737	h / 178	----
C7	Forjado 4	10.65	2.90	0.0093	h / 311	----	0.0179	h / 149	----
	T. Alig. 4	7.75	2.90	0.0128	h / 226	----	0.0215	h / 124	----
	T. Alig. 3	4.85	5.10	0.0251	h / 203	----	0.0355	h / 133	----
	T. Alig. 2	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.15	0.0474	h / 298	----	0.0751	h / 174	----
C8	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0093	h / 311	----	0.0190	h / 141	----
	T. Alig. 3	7.80	2.90	0.0128	h / 226	----	0.0234	h / 115	----
	T. Alig. 2	4.90	5.15	0.0251	h / 205	----	0.0389	h / 122	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0474	h / 299	----	0.0813	h / 161	----

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Columnas	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
C9	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0064	h / 451	----	0.0172	h / 156	----
	T. Alig. 3	7.80	2.90	0.0092	h / 317	----	0.0202	h / 132	----
	T. Alig. 2	4.90	5.15	0.0189	h / 272	----	0.0332	h / 143	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0347	h / 410	----	0.0707	h / 185	----
C10	T. Alig. 4	10.65	2.90	0.0064	h / 451	----	0.0178	h / 150	----
	T. Alig. 3	7.75	2.90	0.0092	h / 317	----	0.0215	h / 124	----
	T. Alig. 2	4.85	5.10	0.0189	h / 270	----	0.0353	h / 133	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.15	0.0347	h / 408	----	0.0748	h / 175	----
C11	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0064	h / 451	----	0.0190	h / 141	----
	T. Alig. 3	7.80	2.90	0.0092	h / 317	----	0.0234	h / 115	----
	T. Alig. 2	4.90	5.15	0.0189	h / 272	----	0.0389	h / 122	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0347	h / 410	----	0.0813	h / 161	----
C12	T. Alig. 4	10.65	2.90	0.0064	h / 451	----	0.0172	h / 156	----
	T. Alig. 3	7.75	2.90	0.0100	h / 289	----	0.0202	h / 132	----
	T. Alig. 2	4.85	5.10	0.0219	h / 233	----	0.0332	h / 142	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.15	0.0385	h / 367	----	0.0707	h / 185	----
C13	T. Alig. 4	10.65	2.90	0.0064	h / 451	----	0.0175	h / 153	----
	T. Alig. 3	7.75	2.90	0.0100	h / 289	----	0.0209	h / 128	----
	T. Alig. 2	4.85	5.10	0.0219	h / 233	----	0.0342	h / 138	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.15	0.0385	h / 367	----	0.0727	h / 180	----
C14	T. Alig. 4	10.65	2.90	0.0065	h / 445	----	0.0178	h / 150	----
	T. Alig. 3	7.75	2.90	0.0101	h / 287	----	0.0214	h / 125	----
	T. Alig. 2	4.85	5.10	0.0221	h / 231	----	0.0353	h / 133	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.15	0.0389	h / 364	----	0.0747	h / 175	----
C15	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0064	h / 451	----	0.0184	h / 145	----
	T. Alig. 3	7.80	2.90	0.0100	h / 289	----	0.0224	h / 119	----

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Columnas	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	T. Alig. 2	4.90	5.15	0.0219	h / 235	----	0.0371	h / 128	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0385	h / 368	----	0.0780	h / 168	----
C16	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0064	h / 451	----	0.0190	h / 141	----
	T. Alig. 3	7.80	2.90	0.0100	h / 289	----	0.0234	h / 115	----
	T. Alig. 2	4.90	5.15	0.0219	h / 235	----	0.0389	h / 122	----
	T. Alig. 1	-0.25	3.25	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0385	h / 368	----	0.0813	h / 161	----
C17	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0078	h / 370	----	0.0172	h / 156	----
	T. Alig. 3	7.80	2.80	0.0123	h / 227	----	0.0202	h / 128	----
	T. Alig. 2	5.00	5.00	0.0267	h / 188	----	0.0331	h / 139	----
	T. Alig. 1	0.00	3.50	0.0002	----	----	0.0002	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0470	h / 302	----	0.0707	h / 185	----
C18	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0077	h / 374	----	0.0176	h / 152	----
	T. Alig. 3	7.80	2.90	0.0122	h / 237	----	0.0209	h / 128	----
	T. Alig. 2	4.90	5.00	0.0266	h / 188	----	0.0342	h / 135	----
	T. Alig. 1	-0.10	3.40	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0467	h / 304	----	0.0728	h / 180	----
C19	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0079	h / 366	----	0.0178	h / 150	----
	T. Alig. 3	7.80	2.80	0.0124	h / 226	----	0.0215	h / 120	----
	T. Alig. 2	5.00	5.10	0.0269	h / 189	----	0.0353	h / 133	----
	T. Alig. 1	-0.10	3.40	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0474	h / 299	----	0.0748	h / 175	----
C20	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0079	h / 366	----	0.0184	h / 145	----
	T. Alig. 3	7.80	2.80	0.0124	h / 226	----	0.0224	h / 116	----
	T. Alig. 2	5.00	5.10	0.0269	h / 189	----	0.0371	h / 127	----
	T. Alig. 1	-0.10	3.40	0.0002	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0474	h / 299	----	0.0779	h / 168	----
C21	T. Alig. 4	10.70	2.90	0.0080	h / 362	----	0.0190	h / 141	----
	T. Alig. 3	7.80	2.80	0.0126	h / 223	----	0.0234	h / 111	----
	T. Alig. 2	5.00	5.00	0.0273	h / 183	----	0.0388	h / 119	----
	T. Alig. 1	0.00	3.50	0.0002	----	----	0.0002	----	----
	Cimentación	-3.50							

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Columnas	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Cimentación	-3.50							
	Total		14.20	0.0480	h / 296	----	0.0813	h / 161	----
Notas: ⁽¹⁾ Las distorsiones están mayoradas por la ductilidad.									

Fuente: elaboración propia

Tabla 35.a: Valores máximos de la distorsión asumiendo SLB.

Desplome local máximo de los pilares (d / h)				
Planta	Situaciones que son permanentes o transitorias		Situaciones sísmicas (1)	
	X	Y	X	Y
T. Alig. 4	----	1 / 6264	1 / 212	1 / 153
T. Alig. 3	----	1 / 7490	1 / 144	1 / 118
T. Alig. 2	----	----	1 / 132	1 / 117
T. Alig. 1	----	----	----	----
Notas: ⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35.b: Valores totales de la distorsión asumiendo SLB.

Desplome total máximo de los pilares (D / H)			
Situaciones que son permanentes o transitorias		Situaciones sísmicas (1)	
X	Y	X	Y
----	----	1 / 199	1 / 174
Notas: (1) Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.			

Fuente: Elaboración propia

3.2. Contrastación de hipótesis:

Tabla 36: resumen de contrastación de hipótesis.

Hipótesis general:

“El modelamiento y puesta en práctica de Disipadores De Energía Shear Link Bozzo mejorará el comportamiento de la estructura de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023	Los valores totales de la distorsión en el contraste de las Tabla 21.b y Tabla 36.b, la edificación en su totalidad; se logró una mejora del 8.15 % en las situaciones sísmicas de respuesta en la dirección X (1 / 184) a un valor de (1 / 199), mientras que un 3.4% en la dirección Y (1 / 168) a un valor de (1 / 174).
--	---

Hipótesis específicas:

Añadiendo disipador de energía del tipo SLB, en los niveles 3 y 4, la estructura de la edificación actual se mejora el comportamiento sismorresistente.	Según, Figura 26-b, Al añadir el disipador de energía del tipo SLB, la edificación mejora el comportamiento sismorresistente.
---	---

Al usar disipadores de tipo SLB, entonces será posible las derivas de entrepiso reducir entre un 10% a 30%	Las derivas de entrepiso se redujeron según Tabla 21.a y Tabla 36.a, entre un 15,21% en dirección X y 6,25% en la dirección Y, para el techo 4(nivel 5), la altura más representativa, asumiendo SLB.
--	---

Si se usa SLB entonces será posible disipar una cantidad de sísmica energía entre un 5% a 15%, según la cantidad y disposición del mismo en la estructura.	Al colocar SLB en los niveles 3 al 4 y del 4 al 5, se pudo disipar energía sísmica, según el modelado, la Tabla 15 y Tabla 29, se estimó en un rango de 9,89% en la dirección X, siendo el lado más corto y vulnerable por geometría donde se reforzó con SLB, el nivel 2 al 3, tienen muros portantes, sistema Dual.
--	---

Fuente: Elaboración del investigador desde resultados obtenidos.

IV. DISCUSIÓN

El resultado obtenido correspondiente a la Implementación de Disipadores SLB, para mejorar el Comportamiento Estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023, han cumplido en poder mejorar la edificación sismorresistente, desde el modelado estructural, esto desde el análisis en derivas del entrepiso y/o distorsiones, con ello proteger las vidas. La edificación de estudio y modelado es un sistema Dual, donde en el lado más corto en el eje X, se aplicó para poder rigidizar la estructura, muro estructural de concreto armado al sótano y muro portante en el nivel 2 al 3; a partir de los niveles más vulnerables por altura del 3 al 4 y del 4 al 5, según modos de vibración, se usaron los disipadores Shear Link Bozzo (SLB), la edificación en su totalidad; alcanzó reducir las derivas de entre piso, un valor de 8.15 % en situaciones sísmicas de respuesta en dirección X; mientras que un 3.4% en la dirección Y.

En el mismo sentido, Enciso (2018), sostienen en cuanto a resultados, la comparación fue la de mayor rigidez lateral que presentaron los muros continuos, en cuanto a los muros desacoplados, este se vio reflejado en la variación de los puntos que se evaluaron, tal es el caso, de derivas inferiores en 28.38% y 24.69%; 26.52% y 23.03% según el movimiento de un punto otro de techo inferior, en 28.45% y 24.14%.

Un edificio de cinco pisos antes de la implementación de disipadores de energía SLB, mostró que la estructura diseñada antes de la implementación de SLB se diseñó con un sistema dual, solo asumiendo rigidez en los muros portantes de los niveles 2 y 3. De acuerdo con las Tablas 20, 21a y 21b, las distorsiones no se cumplen con los parámetros normativos de la R.N.E, lo que se muestra en la fracción del entrepiso en valor de 0.007 en el semieje "X" y para estructuras de albañilería de 0.005 en el semieje "Y". Para el techo 4, Se obtuvieron en dirección X, un valor de 0.0054 y 0.0069 en dirección Y. Mientras que en techo 3, se obtuvo en dirección X; un valor de 0.0070 y 0.0084 en dirección Y.

En el caso de Paliza y Vargas (2020), al comparar una estructura con disipadores de energía y sin ellos, se encontró que en la dirección "X", las derivas de entrepiso de la edificación con sismo reforzamiento son inferiores a las consideradas por la NTE.030 (sin SLB), con una reducción del 52.10% en su máximo punto; en el eje "Y", las derivas de entrepiso con sismo reforzamiento son inferior.

Con respecto al resultado obtenido del comportamiento estructural de un edificio de cinco pisos después de la implementación de disipadores de energía SLB. La Tabla 21.a y la Tabla 36.a muestran que las derivas de entrepiso se redujeron. Para el techo 4 (nivel 5), la altura más representativa, asumiendo SLB, las derivas de entrepiso se redujeron entre un 15,21% en dirección X y un 6,25% en dirección Y. Por ello citamos a Manrique, (p.4), en su investigación menciona que la edificación convencional pudo obtener una disminución de la fuerza cortante basal con disipadores de un 21%, además, el edificio base con disipadores mostró una disminución de la fuerza cortante de 18%, viéndose reflejada en el diseño de las vigas, placas y columnas.

Los resultados de la evaluación del porcentaje de mejora del comportamiento estructural de un edificio de cinco pisos después de la implementación de disipadores de energía Shear Link Bozzo mostraron que se presenta una cantidad de energía sísmica, disipando un rango del 9,89% en la dirección X, siendo el lado más corto y vulnerable por geometría. Por tanto, diremos que los SLB, al modelado han cumplido en reducir o disipar la energía sísmica. Del mismo modo de análisis, citamos a Peralta (2021), la simulación del estudio sísmico de tiempo historia, determinó la réplica estructural, siendo esta favorable, con una reducción entre el 38% al 45%, en relación a los desplazamientos de una posición definida frente a un objeto o sistema de objetos, el 32% al 45%, en relación las diferencias de desplazamientos máximos de entrepisos, el 46% al 49%, respecto a los momentos flectores, mientras que las fuerzas cortantes disminuyeron hasta en un 54% para ambos estudios.

V. CONCLUSIONES

1. El edificio de 5 pisos, desde el modelado sismorresistente con disipadores tipo SLB, ubicado en la ciudad de Chachapoyas, región Amazonas, cumple con lo esperado, alcanzó a reducir las derivas de entre piso, un valor de 8.15 % en situaciones sísmicas de respuesta en dirección X; mientras que un 3.4% en la dirección Y.
2. Las derivas de entrepiso, hubo efecto de reducir entre un 15,21% en dirección X y 6,25% en la dirección Y, para el techo 4(nivel 5), la altura más representativa, asumiendo SLB.
3. Las distorsiones de acuerdo a parámetros normativos de la R.N.E; en el semi eje "Y". Para el techo 4, Se obtuvieron en dirección X, un valor de 0.0054 y 0.0069 en dirección Y. Mientras que en techo 3, se obtuvo en dirección X; un valor de 0.0070 y 0.0084 en dirección Y.
4. La energía sísmica disipada usando disipadores tipo SLB, se obtuvo un rango de 9,89% en la dirección X, siendo el lado más corto y vulnerable por geometría, se cumplió en reducir o disipar la energía sísmica.

VI. RECOMENDACIONES

1. La ciudad de Chachapoyas esta una zona sísmica 2(sismicidad media), y habiéndose realizado el modelado con suelo intermedio, es posible que en la ciudad existan suelos de menor capacidad portante, por tanto, el modelado o comportamiento sería más crítico en la respuesta sísmica de la edificación, es recomendable que futuras edificaciones importantes se diseñen con disipadores SLB.
2. Al área de Infraestructura del municipio de Chachapoyas, entidad que brinda licencias de construcción, intervenir en aquellos proyectos donde los suelos de menor capacidad portante(S3) y más aún en zona sísmica (zona 3), sugieran la incorporación de los disipadores SLB.
3. Al colegio de ingenieros realizar capacitaciones en diseño de los disipadores SLB, para la incorporación en edificaciones importantes y esenciales, brindar seguridad y servicio de las construcciones.
4. Que, según la importancia de las edificaciones en los diseños de construcción, y/o proyectos a futuro, según resultados de esta investigación, se recomienda el uso de los disipadores SLB, es posible optimizar según los puntos críticos por su versatilidad para así hacerlo viable en los costos y presupuestos.

REFERENCIAS

BOZZO FERNANDEZ, Guillermo. 2018. *Simulación de un ensayo en mesa vibrante de una estructura con dispositivos de disipación sísmica*. Barcelona : Escola Tecnica Superior de Ingeniería de Camins., 2018. 69.

BRITO TAPIA, Jorge, TERAN COLOMA, Ramiro Alejandro y GUERRERO CUASAPAZ, David Patricio. 2022. *Influencia Estructural de Disipadores Slb para Muros Desacoplados en Estructuras de Concreto Armado y Arriostramientos en Estructuras Metálicas*. Zulia : Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia, 2022. ISBN.

CABRERA DÁVILA, Diego. 2019. *Investigación de la implementación de disipadores en estructuras existentes, chiclayo*. Chiclayo : Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019. ISBN.

CASTILLO, Jhon. 2017. *ensayo de disipadores de energía tipo shear link de cuarta generación, fresados en acero a36*. sangolquí : Universidad de las Fuerzas Armadas, 2017. 79.

CASTRO, Magdalena. 2023. Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos. [En línea] 16-09-2023 de septiembre de 2023. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-bioestadistica-aplicada-investigacion-clinica-conceptos-S0716864019300045>.

CHAVEZ CHAVARRÍA, Luis y MAMANI CONDORI, Hivet Jurieta. 2020. *Análisis sísmico del bloque A del hospital Luis Negreiros con y sin protección de disipadores de energía de fluido viscoso*. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020. ISBN.

AGUIRRE, Santiago, VIDAL, Elío y HUACO, Guillermo. 2021. *Comportamiento estructural de instalaciones esenciales de altura media utilizando aisladores de base y disipadores SLB*. 7, Lima : Scopus, 2021, Vol. I. 158.

PIMIENTO, Juan, SALAS, Andres y RUIZ, Daniel. 2014. *Desempeño sísmico de un pórtico con disipadores de energía pasivos de placas ranuradas de acero*. 3, Santiago : Scielo, 2014, Vol. 29. ISSN.

DUEÑAS AÑAZCO, Carla y MACEN CASTRO, Dany. 2021. *Análisis sísmico de una edificación de 11 niveles empleando disipadores de energía shear link bozzo en el distrito de santiago de surco*. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2021. ISBN.

ENCISO NAVARRO, Frank. 2018. *Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores slb en la ciudad de huancayo*. Huancayo : Universidad Nacional del centro del Perú, 2018. ISBN.

NUZZOA, Iolanda, LOSANNO, Daneille y CATERINO, Nicola. 2018. *Experimental and analytical characterization of steel shear links for seismic*. 14, Nápoles : ScienceDirect, 2018, ELSEVIER, Vol. 172. ISSUE.

RUIZ GÓMEZ, Sonia y Orellana Ojeda, Miguel. 2021. *Factores de amortiguamiento para espectros de desplazamiento de sistemas con disipadores de energía histeréticos*. 105, Mexico : Scielo, 2021, Vol. 1. ISSN.

MAMANI MACHACA, Alex. 2022. *Evaluación de la mejora del desempeño sísmico de un edificio de alta vulnerabilidad estructural reforzado con dispositivos de disipación de energía Shear Link Bozzo (SLB), mediante la aplicación de análisis dinámico no lineal, Tacna*. Tacna : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, 2022. ISBN.

MANRIQUE AGUIRRE, Cleison. 2021. *Comparación de la respuesta estructural entre una edificación de 8 pisos con disipadores slb y la edificación*. Arequipa : Universidad Nacional San Agustín, 2021. ISBN.

MENA RAMIREZ, Adriana Soledad. 2019. *Diseño estructural de un edificio de cinco plantas con estructura metálica, utilizando disipadores sísmicos SLB*. Selesiana : ABYA YALA, 2019. ISBN.

MALATESTA, Cristina, y otros. 2021. *Microstructures of epidote-prehnite bearing damaged granitoids (northern Victoria Land, Antarctica): clues for the interaction between faulting and hydrothermal fluids*. 20, Genova : ScienceDirect, 2021, Vol. 32.

MIRANDA MONROY, Yerson Henry y ONTIVEROS BELTRAN, Yenifer Gelen. 2020. *Análisis comparativo del desempeño sísmico y costos entre los disipadores*

Shear Link Bozzo y Taylor aplicados en una edificación multifamiliar, Trujillo. Trujillo : ALICIA, 2020. ISBN.

FLORES JIMÉNEZ, Mirko. 2018. *Numerical analysis and experimental correlation of uncoupled concrete walls incorporating Shear Link Bozzo connections.* 78, Londres : Alicia, 2018, Vol. 4. ISSN.

PALACIOS BRAVO, Yasmin. 2021. *Análisis sísmico de una infraestructura de salud con disipadores SLB y fluido viscoso, Pueblo Libre, Lima-2021.* Lima : Repositorio de la UCV, 2021. ISBN.

PALIZA ORTEGA, Jesús Alejo y VARGAS GUILLEN, Alex Roy. 2020. *Modelamiento de un edificio utilizando un disipador de energía tipo Shear link Bozzo para mejorar el comportamiento sísmico en Cusco.* Lima : Universidad César Vallejo, 2020. ISBN.

PERALTA TAFUR, Diego. 2021. *Respuesta sísmica con la implementación de amortiguadores de fluido viscoso y disipadores metálicos slb en el edificio san borja amp, lima -2020.* Lima : Universidad Privada del Norte, 2021. ISBN.

RAJ, Jenifer y VINOD KUMAR, M. 2022. *Performance evaluation of eco-friendly scrap tyre base isolation technology in distinct construction quality RC framed buildings located in seismic risk zone.* 9, Chennai : ScienceDirect, 2022, Vol. 53.

RAMÍREZ, Vladimir y CHIFLA, Alexis. 2023. *Análisis comparativo del comportamiento estructural de un edificio de hormigón armado convencional y con el uso de disipadores de energía SHEAR-LINK BOZZO (SLB).* Ambato : UTA, 2023. 112.

TAVARA, Hernando, SALAS, Henry y BERNAL ESQUIA, Yesenia Isabel. 2022. Repositorio IGP. *El sismo de Pisco.* [En línea] IGP, Julio de 2022. [Citado el: 19 de Agosto de 2023.] repositorio.IGP.gob.pe.

USECHE, María Cristina, et al. 2023. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos* . [En línea] 16 de septiembre de 2023. <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/bitstream/handle/uniguajira/467/88.%20Tec>

VEGA MANRRIQUE, Steven Jean. 2021. *Estudio y análisis de dispositivos sísmicos de Fluido Viscoso y Shear Link Bozzo, Chimbote, 2021*. Chimbote : Universidad de San Pedro, 2021. ISBN.

VILCA ZAPANA, Dorland Clinton. 2022. *Desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, Edificio Díaz Cuenta Juliaca, Puno 2022*. Juliaca : Alicia, 2022. ISBN.

VILLASÍS, Miguel, et al. 2023. El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad. [En línea] 16 de septiembre de 2023. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902018000400414.

ZABARBURU VENTURA, Juan Carlos. 2022. *Diseño estructural con disipadores de una vivienda multifamiliar de seis niveles para reducir el riesgo sísmico en Chachapoyas*. Chachapoyas : Renati , 2022. ISBN.

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables.

VARIABLES DE ESTUDIO		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1 (independiente): Shear Link Bozzo (tecnología de disipación de energía)	Edificación sin disipador de energía del tipo SLB.	Consiste en el modelamiento de una edificación de 5 pisos para ver su comportamiento durante un eventual sismo.	La evaluación de la condición de la estructura se realizó mediante el llenado de una ficha de inspección y de algunos ensayos no invasivos, estos datos son ingresados al ETABS, integrado por CYPECAD, para ser procesados por el software.	Características de la edificación.	-Geometría de la edificación -irregularidad en planta. -Irregularidad en altura -Resistencia del concreto -Tipo de suelo. -Diámetro de las barras de acero -Dirección de la losa -Tipo de edificación -Sistema estructural	Nominal
				Análisis dinámico lineal modal espectral de la estructura sin disipadores	-Espectro de aceleraciones -Factor de escala y cortantes dinámicas en la base -Norma E030	
	Edificación con disipador de energía del tipo SLB	Elementos estructurales metálicos diseñados específicamente para mejorar el comportamiento de un edificio ante sismo. Dispersar y absorber la	La variable "disipadores de energía shear link Bozzo" mediante especificaciones técnicas que detallen sus dimensiones, materiales y ubicación dentro del	Especificaciones técnicas de disipadores shear link Bozzo	Tablas de diseño de disipadores SLB de la POSTENSA Importación de las propiedades de	Nominal - Lista de cotejo

		energía generada por fuerzas dinámicas eternas, como sismos, con el fin de reducir las deformaciones y mejorar la capacidad de amortiguación de edificio.	edificio de 5 pisos. El comportamiento estructural a través del uso del software ETABS, integrado por CYPECAD, implementación de los disipadores respecto al mismo edificio sin ellos. Se medirán y cuantificarán parámetros como las fuerzas cortantes, los momentos, los desplazamientos y las aceleraciones.		los disipadores Plugin Dissipa SLB v2.11	
				Análisis dinámico lineal modal espectral de la estructura asumiendo disipadores	-Espectro de aceleraciones -Factor de escala y cortantes dinámicas en la base -Norma E030	
VARIABLES DE ESTUDIO		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 2 (dependiente): Comportamiento de la estructura	Comportamiento de la estructura o edificación sin disipador de energía del tipo SLB.	El comportamiento estructural se refiere a la respuesta y desempeño global de un edificio de 5 pisos frente a las fuerzas dinámicas externas, como sismos, amortigua y se comporta ante tales cargas. Incluye aspectos como la resistencia, la rigidez, deformaciones, las aceleraciones y la capacidad de atraer y dispersar la energía generada por estos eventos.	La variable "comportamiento estructural" se evaluará mediante mediciones y análisis numéricos por modelado, según software ETABS integrado por CYPECAD. Parámetros como fuerzas cortantes, aceleraciones, los momentos, desplazamientos y las deformaciones del edificio de 5 pisos, así una visión cuantitativa en la resistencia sísmica y el rendimiento general de la estructura.	Diseño de cargas de uso – Norma E020	-Columnas -Vigas	Nominal - Lista de cotejo
				Diseño en concreto armado - Norma E060	-Losas aligeradas --ELU	
				Diseño sismorresistente- Norma E030	-Fuerzas laterales equivalentes. -Centros de masas -Rigideces. -Desplazamientos y derivas	

	Comportamiento de la estructura o edificación asumiendo disipador de energía del tipo SLB	El comportamiento estructural asumiendo disipadores de energía shear link Bozzo, la respuesta y desempeño global de un edificio de 5 pisos frente a las fuerzas dinámicas externas, como sismos u otros efectos, y cómo esta estructura resiste, amortigua y se comporta ante tales cargas. Incluye aspectos como la resistencia, la rigidez, las deformaciones, las aceleraciones y la capacidad de atraer y dispersar la energía generada por estos eventos.	EL comportamiento estructural" se evaluará mediante modelado con el software ETABS, integrado por CYPECAD. Empleo de los disipadores de energía SLB. ofreciendo así una visión cuantitativa del impacto de estos elementos en la resistencia sísmica y el rendimiento general de la estructura.	Diseño de cargas de uso – Norma E020 Diseño en concreto armado - Norma E060	-Columnas -Vigas -Losas aligeradas --ELU	Nominal - Lista de cotejo
Diseño sismorresistente- Norma E030	-Fuerzas laterales equivalentes. -Centros de masas -Rigideces -Desplazamientos y derivas					

Anexo 2: Matriz de las variables de investigación.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
P. General	O. General	H. general	INDEPENDIENTE			
¿La implementación de Disipadores De Energía Shear Link Bozzo mejora el Comportamiento Estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023?	Implementar los Disipadores De Energía Shear Link Bozzo para mejorar el Comportamiento Estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023	La implementación de Disipadores De Energía Shear Link Bozzo mejorará el Comportamiento Estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023	Disipadores De Energía Shear Link Bozzo	Fuerzas internas Momentos internos	Tn (Tn.m)	Ficha técnica del disipador de energía sísmica general Shear Link
P. Específicos	O. Específicos	H. Específicas	DEPENDIENTE			
¿Cómo es el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos antes de la implementación de disipadores de energía Shear Link Bozzo?	Describir el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos antes de la implementación de disipadores de energía Shear Link Bozzo	Es muy significativo el porcentaje de mejora del comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos después de la implementación de disipadores de energía Shear Link Bozzo	Comportamiento Estructural	Energía Disipada	(Tn.m)	Software estructural (Nomas de edificación sismorresistente)
¿Cómo es el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos después de la implementación de disipadores de energía Shear Link Bozzo?	Describir el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos después de la implementación de disipadores de energía Shear Link Bozzo			Fuerza Cortante de entrepiso	Tn	
				Aceleración en los centros de masa	m/s ²)	
				Periodo Fundamental de la estructura	seg.	
				Distorsión de entrepiso	%	
				Fuerza Axial máximo en los elementos de corte	Tn	
				Fuerza Cortante máximo en los elementos de corte	Tn	

¿Cuál es el porcentaje de mejora del comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos después de la implementación de disipadores de energía Shear Link Bozzo?	Determinar el porcentaje de mejora del comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos después de la implementación de disipadores de energía Shear Link Bozzo			Momento Flector máximo en los elementos de corte	Tn.m	
				Fuerza Máxima en el disipador	Tn	
				Desplazamiento Máximo en el disipador	mm	

Anexo 3: Instrumento recolección de datos para evaluar las estructuras según “Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023”

Variables	Dimensiones	Indicadores/ ítems		Comportamiento del modelado estructural	
				Cumplen	No cumplen
DEPENDIENTE					
Comportamiento Estructural	Energía Disipada	(Tn.m)	La energía disipada es significativa según el modelado estructural.		
	Fuerza Cortante de entrepiso	Tn	Los cálculos de fuerzas cortantes de los entrepisos según la normativa peruana.		
	Aceleración en los centros de masa	m/s ²)	Las aceleraciones en los centros de masa según la normativa peruana		
	Periodo Fundamental de la estructura	seg.	Los periodos según zona están asociados al modelado y normativa peruana		
	Distorsión de entrepiso	%	La distorsión de entrepiso según normativa peruana		
	Fuerza Axial máximo en los elementos de corte	Tn	Los cálculos de fuerzas axiales cortantes de los entrepisos según la normativa peruana.		
	Fuerza Cortante máximo en los elementos de corte	Tn	Los cálculos de fuerzas cortantes máximos de los entrepisos según la normativa peruana		
	Momento Flector máximo en los elementos de corte	Tn.m	Los cálculos de Momento Flector máximo según la normativa peruana		
	Fuerza Máxima en el disipador	Tn	La Fuerza Máxima ha sido disipada		
	Desplazamiento Máximo en el disipador	mm	Los desplazamientos han sido disminuidos por los disipadores		

Fuente: Elaboración propia del investigador



Validado por experto
Mg. Ing. EDINSON V, LLAMO GOICOCHEA
Docente Universitario Universidad Nacional de Jaén



Validado por experto
Dr. Ing. KIKO FELIX DEPAZ CELI
Docente Universitario UNASAM – UCV

Anexo 4:

Anexo 2

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Instrumento recolección de datos para evaluar las estructuras según "Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	DR. ING. KIKO FÉLIX DEPAZ CELI
Grado profesional:	Maestría () Doctor (X)
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	INGENIERÍA SANITARIA
Institución donde labora:	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Instrumento recolección de datos para evaluar las estructuras según el modelado estructural
Autor:	Jhordi Iván Camus Herrera
Procedencia:	Tesis Pre grado
Administración:	Universidad
Tiempo de aplicación:	En todo el proceso de modelado y evaluación de indicadores
Ámbito de aplicación:	Estructuras
Significación:	Los indicadores e ítems según la edificación de las normas peruanas E 030-E 020 y E 060

4. Soporte teórico

Las observaciones o registro del instrumento están orientados a verificar según los indicadores el cumplimiento antes y después de aplicar los disipadores Shear, a partir del objeto de investigación (**Comportamiento estructural**), desde el marco teórico de la tesis: "Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023"



Dr. Ing. Kiko Félix Depaz Celi
DNI: 31663735

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
NOMINAL-LITERAL (Cumplen y No cumplen)	Comportamiento Estructural -Uso- Norma E020 -Diseño en concreto armado -Norma E060. -Diseño sismorresistente- Norma E030	El comportamiento estructural asumiendo disipadores de energía shear link Bozzo, la respuesta y desempeño global de un edificio de 5 pisos frente a las fuerzas dinámicas externas, como sismos u otros efectos. Empleo de los disipadores de energía SLB. ofreciendo así una visión cuantitativa del impacto de estos elementos en la resistencia sísmica y el rendimiento general de la estructura.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el "Instrumento recolección de datos para evaluar las estructuras según "Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023" elaborado por Jhordi Iván Camus Herrera en el año 2023 De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel


Dr. Ing. Kiko Félix Depaz Celi
DNI: 31663735

Dimensiones del instrumento: Aplicación y cumplimiento de la Norma E 020, Diseño en concreto armado -Norma E 060, Diseño sismorresistente-Norma E 030.

• **Objetivos de la Dimensión:** Medir el comportamiento de los parámetros sísmicos de la normativa peruana en edificaciones).

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
(Tn.m)	La energía disipada es significativa según el modelado estructural	4	4	3	
Tn	Los cálculos de fuerzas cortantes de los entrepisos según la normativa peruana.	4	4	3	
m/s ²)	Las aceleraciones en los centros de masa según la normativa peruana	4	4	3	
seg.	Los periodos según zona están asociados al modelado y normativa peruana	4	4	3	
%	La distorsión de entrepiso según normativa peruana	4	4	3	
Tn	Los cálculos de fuerzas axiales cortantes de los entrepisos según la normativa peruana.	4	4	3	
Tn	Los cálculos de fuerzas cortantes máximos de los entrepisos según la normativa peruana	4	4	3	
Tn.m	Los cálculos de Momento Flector máximo según la normativa peruana	4	4	3	
mm	Los desplazamientos han sido disminuidos por los disipadores	4	4	3	



Dr. Ing. Kiko Félix Depaz Celi
DNI: 31663735

Pd.: el presente formato debe tomar en cuenta:

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de 2 hasta 20 **expertos**, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que 10 **expertos** brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.

Anexo 2

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento “Instrumento recolección de datos para evaluar las estructuras según “Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023”. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	EDINSON V, LLAMO GOICOCHEA
Grado profesional:	Maestría (<input checked="" type="checkbox"/>) Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (<input checked="" type="checkbox"/>) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	INGENIERÍA CIVIL
Institución donde labora:	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (<input checked="" type="checkbox"/>)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Instrumento recolección de datos para evaluar las estructuras según el modelado estructural
Autor:	Jhordi Iván Camus Herrera
Procedencia:	Tesis Pre grado
Administración:	Universidad
Tiempo de aplicación:	En todo el proceso de modelado y evaluación de indicadores
Ámbito de aplicación:	Estructuras
Significación:	Los indicadores e ítems según la edificación de las normas peruanas E 030-E 020 y E 060

4. Soporte teórico

Las observaciones o registro del instrumento están orientados a verificar según los indicadores el cumplimiento antes y después de aplicar los disipadores Shear, a partir del objeto de investigación (**Comportamiento estructural**), desde el marco teórico de la tesis: “Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023”

Mg. Ing. EDINSON V, LLAMO GOICOCHEA
DNI: 42907079

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
NOMINAL-LITERAL (Cumplen y No cumplen)	Comportamiento Estructural -Uso- Norma E020 -Diseño en concreto armado -Norma E060. -Diseño sismorresistente- Norma E030	El comportamiento estructural asumiendo disipadores de energía shear link Bozzo, la respuesta y desempeño global de un edificio de 5 pisos frente a las fuerzas dinámicas externas, como sismos u otros efectos. Empleo de los disipadores de energía SLB. ofreciendo así una visión cuantitativa del impacto de estos elementos en la resistencia sísmica y el rendimiento general de la estructura.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el "Instrumento recolección de datos para evaluar las estructuras según "Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023" elaborado por Jhordi Iván Camus Herrera en el año 2023 De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Dimensiones del instrumento: Aplicación y cumplimiento de la Norma E 020, Diseño en concreto armado -Norma E 060, Diseño sismorresistente-Norma E 030.

• **Objetivos de la Dimensión:** Medir el comportamiento de los parámetros sísmicos de la normativa peruana en edificaciones).

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
(Tn.m)	La energía disipada es significativa según el modelado estructural	4	4	4	
Tn	Los cálculos de fuerzas cortantes de los entresijos según la normativa peruana.	4	4	4	
m/s ²)	Las aceleraciones en los centros de masa según la normativa peruana	4	4	4	
seg.	Los periodos según zona están asociados al modelado y normativa peruana	4	4	4	
%	La distorsión de entresijo según normativa peruana	4	4	4	
Tn	Los cálculos de fuerzas axiales cortantes de los entresijos según la normativa peruana.	4	4	4	
Tn	Los cálculos de fuerzas cortantes máximos de los entresijos según la normativa peruana	4	4	4	
Tn.m	Los cálculos de Momento Flector máximo según la normativa peruana	4	4	4	
mm	Los desplazamientos han sido disminuidos por los disipadores	4	4	4	



Mg. Ing. EDINSON V. LLAMO GOICOCHEA
DNI: 42907079

Pd.: el presente formato debe tomar en cuenta:

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de **2** hasta **20 expertos**, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que **10 expertos** brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.

Anexo 2

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento “Instrumento recolección de datos para evaluar las estructuras según “Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023”. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	JAIRO PEREZ CHUQUIZUTA
Grado profesional:	Maestría (<input checked="" type="checkbox"/>) Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (<input checked="" type="checkbox"/>) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	INGENIERÍA CIVIL
Institución donde labora:	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (<input checked="" type="checkbox"/>)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Instrumento recolección de datos para evaluar las estructuras según el modelado estructural
Autor:	Jhordi Iván Camus Herrera
Procedencia:	Tesis Pre grado
Administración:	Universidad
Tiempo de aplicación:	En todo el proceso de modelado y evaluación de indicadores
Ámbito de aplicación:	Estructuras
Significación:	Los indicadores e ítems según la edificación de las normas peruanas E 030-E 020 y E 060

4. Soporte teórico

Las observaciones o registro del instrumento están orientados a verificar según los indicadores el cumplimiento antes y después de aplicar los disipadores Shear, a partir del objeto de investigación (**Comportamiento estructural**), desde el marco teórico de la tesis: “Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023”



Mg. Ing. JAIRO PEREZ CHUQUIZUTA
DNI: 42211691

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
NOMINAL-LITERAL (Cumplen y No cumplen)	Comportamiento Estructural -Uso– Norma E020 -Diseño en concreto armado -Norma E060. -Diseño sismorresistente- Norma E030	El comportamiento estructural asumiendo disipadores de energía shear link Bozzo, la respuesta y desempeño global de un edificio de 5 pisos frente a las fuerzas dinámicas externas, como sismos u otros efectos. Empleo de los disipadores de energía SLB. ofreciendo así una visión cuantitativa del impacto de estos elementos en la resistencia sísmica y el rendimiento general de la estructura.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el “Instrumento recolección de datos para evaluar las estructuras según “Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023” elaborado por Jhordi Iván Camus Herrera en el año 2023 De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Mg. Ing. JAIRO PEREZ CHUQUIZUTA
DNI: 42211691

Dimensiones del instrumento: Aplicación y cumplimiento de la Norma E 020, Diseño en concreto armado -Norma E 060, Diseño sismorresistente-Norma E 030.

• **Objetivos de la Dimensión:** Medir el comportamiento de los parámetros sísmicos de la normativa peruana en edificaciones).

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
(Tn.m)	La energía disipada es significativa según el modelado estructural	4	4	4	
Tn	Los cálculos de fuerzas cortantes de los entrepisos según la normativa peruana.	4	4	4	
m/s ²)	Las aceleraciones en los centros de masa según la normativa peruana	4	4	4	
seg.	Los periodos según zona están asociados al modelado y normativa peruana	4	4	4	
%	La distorsión de entrepiso según normativa peruana	4	4	4	
Tn	Los cálculos de fuerzas axiales cortantes de los entrepisos según la normativa peruana.	4	4	4	
Tn	Los cálculos de fuerzas cortantes máximos de los entrepisos según la normativa peruana	4	4	4	
Tn.m	Los cálculos de Momento Flector máximo según la normativa peruana	4	4	4	
mm	Los desplazamientos han sido disminuidos por los disipadores	4	4	4	



Mg. Ing. JAIRO PEREZ CHUQUIZUTA
DNI: 42211691

Pd.: el presente formato debe tomar en cuenta:

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de **2** hasta **20 expertos**, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que **10 expertos** brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.

Anexo 5: Resultado de Similitud del Programa Turnitin.

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1088032488&s=1&o=2412064188&ro=103&lang=es

feedback studio JHORDI IVAN CAMUS HERRERA | Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, C... /100 5 de 19

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Modelamiento de disipadores de energía Shear Link Bozzo para mejorar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos, Chachapoyas 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:
Jhordi Iván Camus Herrera (orcid.org/0009-0002-8586-3712)

ASESOR:
Dr. Kiko Félix Depaz Celi (orcid.org/0000-0001-7086-1031)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño Sísmico y Estructural

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

Trujillo - Perú
2023

Resumen de coincidencias 14 %

Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés

Coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4 %
2	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	2 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	repositorioacademico... Fuente de Internet	1 %
5	dspace.uab.edu.ec Fuente de Internet	1 %
6	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 %
7	Entregado a Universitat... Trabajo del estudiante	1 %
8	repositorio.unesum.ed... Fuente de Internet	<1 %
9	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
10	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
11	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 61 Número de palabras: 14182
Versión solo texto del informe | Alta resolución Activado
16°C Mayorm. nubla... 10:37 a.m. 11/07/2024

Anexo 6: Desplazamiento de pilares (columnas) **sin asumir disipador de energía del tipo SLB**

Situaciones sísmicas (1)					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
C1	Forjado 4	10.70	77.37	77.75	0.34
	Forjado 3	7.80	61.61	58.75	0.28
	Forjado 2	4.90	41.02	36.27	0.23
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.09
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C2	Forjado 4	10.70	76.68	80.14	0.67
	Forjado 3	7.80	61.06	60.75	0.64
	Forjado 2	4.90	40.65	37.55	0.52
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.14
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C3	Forjado 4	10.70	76.38	81.40	0.72
	Forjado 3	7.80	60.83	61.80	0.68
	Forjado 2	4.90	40.49	38.23	0.55
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.17
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C4	Forjado 4	10.70	75.89	84.80	0.39
	Forjado 3	7.80	60.43	64.62	0.44
	Forjado 2	4.90	40.23	40.06	0.41
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.09
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C5	Forjado 4	10.70	51.80	77.81	0.51
	Forjado 3	7.80	41.23	58.80	0.46
	Forjado 2	4.90	27.46	36.30	0.36
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.09
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C6	Forjado 4	10.70	51.80	80.08	2.22
	Forjado 3	7.80	41.23	60.69	2.12
	Forjado 2	4.90	27.46	37.52	1.83
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.81
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C7	Forjado 4	10.65	51.80	81.06	2.22
	Forjado 3	7.75	41.23	61.52	2.40
	Forjado 2	4.85	27.46	38.05	2.55
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.93
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C8	Forjado 4	10.70	51.80	84.72	0.52
	Forjado 3	7.80	41.23	64.56	0.47
	Forjado 2	4.90	27.46	40.02	0.36
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.10
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C9	Forjado 4	10.70	35.25	77.81	0.44
	Forjado 3	7.80	28.36	58.80	0.40
	Forjado 2	4.90	19.20	36.30	0.32

Fuente: Elaboración propia

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
	Forjado 1	-0.25	0.14	0.12	0.09
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C10	Forjado 4	10.65	35.01	80.87	0.84
	Forjado 3	7.75	28.18	61.35	0.92
	Forjado 2	4.85	19.09	37.94	0.84
	Forjado 1	-0.25	0.14	0.12	0.34
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C11	Forjado 4	10.70	35.25	84.72	0.45
	Forjado 3	7.80	28.36	64.56	0.41
	Forjado 2	4.90	19.20	40.02	0.32
	Forjado 1	-0.25	0.14	0.12	0.10
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C12	Forjado 4	10.65	34.67	77.81	0.59
	Forjado 3	7.75	28.41	58.80	0.55
	Forjado 2	4.85	19.68	36.30	0.44
	Forjado 1	-0.25	0.14	0.12	0.05
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C13	Forjado 4	10.65	34.67	79.26	1.14
	Forjado 3	7.75	28.41	60.01	1.10
	Forjado 2	4.85	19.68	37.08	1.00
	Forjado 1	-0.25	0.14	0.12	0.42
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C14	Forjado 4	10.65	34.85	80.81	0.82
	Forjado 3	7.75	28.56	61.31	0.60
	Forjado 2	4.85	19.79	37.91	0.47
	Forjado 1	-0.25	0.14	0.12	0.22
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C15	Forjado 4	10.70	34.67	82.83	0.72
	Forjado 3	7.80	28.41	62.99	0.67
	Forjado 2	4.90	19.68	39.00	0.57
	Forjado 1	-0.25	0.14	0.12	0.25
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C16	Forjado 4	10.70	34.67	84.72	0.41
	Forjado 3	7.80	28.41	64.56	0.38
	Forjado 2	4.90	19.68	40.02	0.30
	Forjado 1	-0.25	0.14	0.12	0.03
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C17	Forjado 4	10.70	41.52	77.81	0.35
	Forjado 3	7.80	34.05	58.80	0.36
	Forjado 2	4.90	23.58	36.30	0.36
	Forjado 1	0.00	0.17	0.18	0.11
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C18	Forjado 4	10.70	41.35	79.32	0.57
	Forjado 3	7.80	33.91	60.06	0.58
	Forjado 2	4.90	23.48	37.11	0.50
	Forjado 1	-0.10	0.15	0.12	0.02

Fuente: Elaboración propia

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C19	Forjado 4	10.70	42.04	80.87	0.53
	Forjado 3	7.80	34.47	61.35	0.57
	Forjado 2	4.90	23.86	37.94	0.52
	Forjado 1	-0.10	0.15	0.12	0.08
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C20	Forjado 4	10.70	41.95	82.77	0.24
	Forjado 3	7.80	34.40	62.94	0.22
	Forjado 2	4.90	23.81	38.97	0.16
	Forjado 1	-0.10	0.15	0.12	0.07
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C21	Forjado 4	10.70	42.66	84.72	0.34
	Forjado 3	7.80	34.98	64.56	0.32
	Forjado 2	4.90	24.21	40.02	0.27
	Forjado 1	0.00	0.16	0.17	0.12
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
Notas:					
⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Esfuerzos en la edificación sin asumir disipador de energía del tipo SLB.

Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (t)	Mx (t.m)	My (t.m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t.m)
Forjado 3	8.00	Peso propio	126.14	937.92	1255.4	0.00	-0.00	-0.00
		Cargas muertas	48.99	362.84	448.51	0.00	-0.00	-0.00
		Sobrecarga de uso	61.24	453.55	560.64	0.00	-0.00	-0.00
		Sismo X Modo 1	0.00	0.02	1.31	0.01	0.45	3.42
		Sismo X Modo 2	-0.00	43.04	-2.95	14.84	-1.02	-46.21
		Sismo X Modo 3	-0.00	40.38	1.35	13.92	0.47	-231.3
		Sismo Y Modo 1	0.00	1.19	64.93	0.41	22.39	169.81
		Sismo Y Modo 2	-0.00	2.57	-0.18	0.89	-0.06	-2.76
		Sismo Y Modo 3	-0.00	2.86	0.10	0.99	0.03	-16.40
Forjado 2	5.10	Peso propio	252.27	1875.8	2510.9	0.00	0.00	0.00
		Cargas muertas	97.98	725.68	897.03	0.00	0.00	0.00
		Sobrecarga de uso	122.48	907.10	1121.3	0.00	0.00	0.00
		Sismo X Modo 1	0.00	0.07	3.68	0.02	0.82	6.23
		Sismo X Modo 2	-0.00	122.35	-8.20	27.35	-1.81	-81.99
		Sismo X Modo 3	-0.00	116.91	3.74	26.39	0.82	-442.1
		Sismo Y Modo 1	0.00	3.39	183.07	0.76	40.74	309.45
		Sismo Y Modo 2	-0.00	7.32	-0.49	1.64	-0.11	-4.90
		Sismo Y Modo 3	-0.00	8.29	0.27	1.87	0.06	-31.35
Forjado 1	0.00	Peso propio	402.55	2990.6	4066.6	0.00	0.00	0.00
		Cargas muertas	146.22	1085.0	1357.7	0.00	0.00	0.00
		Sobrecarga de uso	182.78	1356.3	1697.1	0.00	0.00	0.00
		Sismo X Modo 1	0.00	0.17	9.09	0.02	1.06	8.06
		Sismo X Modo 2	-0.00	303.48	-20.05	35.51	-2.32	-103.7
		Sismo X Modo 3	-0.00	299.45	9.22	35.79	1.07	-603.2
		Sismo Y Modo 1	0.00	8.33	451.67	0.97	52.67	400.64
		Sismo Y Modo 2	-0.00	18.15	-1.20	2.12	-0.14	-6.20
		Sismo Y Modo 3	-0.00	21.24	0.65	2.54	0.08	-42.78
Cimentación	-3.50	Peso propio	702.78	5238.6	7032.3	0.00	0.00	-0.00
		Cargas muertas	199.08	1486.1	1835.8	0.00	0.00	-0.00
		Sobrecarga de uso	247.56	1839.7	2292.3	0.00	0.00	-0.00
		Sismo X Modo 1	0.00	0.24	12.80	0.02	1.06	8.06
		Sismo X Modo 2	0.00	427.78	-28.19	35.51	-2.32	-103.7
		Sismo X Modo 3	-0.00	424.72	12.98	35.79	1.07	-603.2
		Sismo Y Modo 1	0.00	11.73	636.01	0.97	52.67	400.64
		Sismo Y Modo 2	0.00	25.58	-1.69	2.12	-0.14	-6.20
		Sismo Y Modo 3	-0.00	30.12	0.92	2.54	0.08	-42.78

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Desplazamiento de pilares (columnas) asumiendo disipador de energía del tipo SLB.

Situaciones sísmicas ⁽⁴⁾					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
C1	Forjado 4	10.70	79.93	76.85	0.40
	Forjado 3	7.80	64.44	58.16	0.30
	Forjado 2	5.00	42.63	36.14	0.18
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.08
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C2	Forjado 4	10.70	79.18	80.29	0.38
	Forjado 3	7.80	63.83	61.03	0.34
	Forjado 2	5.00	42.22	37.99	0.28
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.15
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C3	Forjado 4	10.70	78.86	82.11	0.41
	Forjado 3	7.80	63.57	62.58	0.38
	Forjado 2	5.00	42.05	39.00	0.31
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.16
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C4	Forjado 4	10.70	78.33	88.56	0.46
	Forjado 3	7.80	63.13	67.92	0.51
	Forjado 2	5.00	41.76	42.48	0.51
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.09
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C5	Forjado 4	10.70	53.76	76.93	0.51
	Forjado 3	7.80	43.19	58.23	0.47
	Forjado 2	4.90	28.60	36.19	0.36
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.09
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C6	Forjado 4	10.70	53.76	80.20	2.26
	Forjado 3	7.80	43.19	60.96	2.17
	Forjado 2	4.90	28.60	37.94	1.88
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.83
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C7	Forjado 4	10.65	53.76	81.62	2.24
	Forjado 3	7.75	43.19	62.15	2.47
	Forjado 2	4.85	28.60	38.71	2.65
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.95
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C8	Forjado 4	10.70	53.76	88.43	0.52
	Forjado 3	7.80	43.19	67.81	0.47
	Forjado 2	4.90	28.60	42.40	0.36
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.10

Fuente: Elaboración propia

Situaciones sísmicas ⁽⁴⁾					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C9	Forjado 4	10.70	39.40	76.93	0.45
	Forjado 3	7.80	32.08	58.23	0.41
	Forjado 2	4.90	21.65	36.19	0.32
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.10
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C10	Forjado 4	10.65	39.27	81.34	0.84
	Forjado 3	7.75	31.99	61.92	0.92
	Forjado 2	4.85	21.61	38.56	0.84
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.34
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C11	Forjado 4	10.70	39.40	88.43	0.45
	Forjado 3	7.80	32.08	67.81	0.41
	Forjado 2	4.90	21.65	42.40	0.32
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.10
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C12	Forjado 4	10.65	43.72	76.93	0.71
	Forjado 3	7.75	36.40	58.23	0.67
	Forjado 2	4.85	24.98	36.19	0.54
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.05
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C13	Forjado 4	10.65	43.72	79.01	1.14
	Forjado 3	7.75	36.40	59.96	1.10
	Forjado 2	4.85	24.98	37.30	0.99
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.42
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C14	Forjado 4	10.65	44.10	81.27	0.82
	Forjado 3	7.75	36.72	61.85	0.60
	Forjado 2	4.85	25.21	38.52	0.47
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.22
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C15	Forjado 4	10.70	43.72	84.83	0.72
	Forjado 3	7.80	36.40	64.83	0.67
	Forjado 2	4.90	24.98	40.46	0.57
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.25
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C16	Forjado 4	10.70	43.72	88.43	0.48
	Forjado 3	7.80	36.40	67.81	0.45
	Forjado 2	4.90	24.98	42.40	0.36
	Forjado 1	-0.25	0.15	0.12	0.03
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C17	Forjado 4	10.70	53.23	76.93	0.29

Fuente: Elaboración propia

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
	Forjado 3	7.80	44.36	58.23	0.31
	Forjado 2	5.00	30.40	36.19	0.32
	Forjado 1	0.00	0.16	0.17	0.10
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C18	Forjado 4	10.70	53.02	79.09	0.52
	Forjado 3	7.80	44.19	60.04	0.53
	Forjado 2	4.90	30.28	37.35	0.45
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.03
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C19	Forjado 4	10.70	53.86	81.34	0.47
	Forjado 3	7.80	44.89	61.92	0.51
	Forjado 2	5.00	30.75	38.56	0.45
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.07
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C20	Forjado 4	10.70	53.75	84.72	0.18
	Forjado 3	7.80	44.79	64.74	0.16
	Forjado 2	5.00	30.69	40.40	0.14
	Forjado 1	-0.10	0.16	0.12	0.07
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00
C21	Forjado 4	10.70	54.62	88.43	0.33
	Forjado 3	7.80	45.51	67.81	0.31
	Forjado 2	5.00	31.18	42.40	0.27
	Forjado 1	0.00	0.16	0.17	0.12
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00

Notas:
⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Esfuerzos en la edificación asumiendo disipador de energía del tipo SLB

Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
Forjado 3	8.00	Peso propio	126.19	938.35	1256.6	0.00	-0.00	-0.00
		Cargas muertas	49.03	363.14	449.29	0.00	-0.00	-0.00
		Sobrecarga de uso	61.29	453.92	561.62	0.00	-0.00	-0.00
		Sismo X Modo 1	-0.00	0.12	2.91	0.04	1.00	7.64
		Sismo X Modo 2	0.00	36.35	-4.90	12.53	-1.69	-33.75
		Sismo X Modo 3	0.00	46.44	1.56	16.02	0.54	-250.0
		Sismo Y Modo 1	-0.00	2.64	65.39	0.91	22.55	171.35
		Sismo Y Modo 2	0.00	4.37	-0.59	1.51	-0.20	-4.05
		Sismo Y Modo 3	0.00	1.30	0.04	0.45	0.02	-7.00
Forjado 2	5.10	Peso propio	252.47	1877.0	2515.7	0.00	0.00	0.00
		Cargas muertas	97.46	721.76	897.80	0.00	0.00	0.00
		Sobrecarga de uso	121.82	902.21	1122.2	0.00	0.00	0.00
		Sismo X Modo 1	-0.00	0.33	8.21	0.07	1.82	13.90
		Sismo X Modo 2	0.00	103.04	-13.71	23.00	-3.04	-58.91
		Sismo X Modo 3	0.00	134.28	4.39	30.29	0.98	-477.0
		Sismo Y Modo 1	-0.00	7.47	184.12	1.66	40.94	311.92
		Sismo Y Modo 2	0.00	12.37	-1.65	2.76	-0.36	-7.07
		Sismo Y Modo 3	0.00	3.76	0.12	0.85	0.03	-13.36
Forjado 1	0.00	Peso propio	436.20	3242.1	4380.4	0.00	0.00	0.00
		Cargas muertas	145.73	1081.4	1358.2	0.00	0.00	0.00
		Sobrecarga de uso	182.17	1351.7	1697.7	0.00	0.00	0.00
		Sismo X Modo 1	-0.00	0.83	20.37	0.10	2.39	18.21
		Sismo X Modo 2	-0.00	256.59	-33.87	30.11	-3.95	-69.86
		Sismo X Modo 3	-0.00	345.93	10.88	41.50	1.27	-662.7
		Sismo Y Modo 1	-0.00	18.59	457.07	2.18	53.52	408.50
		Sismo Y Modo 2	-0.00	30.81	-4.07	3.62	-0.47	-8.39
		Sismo Y Modo 3	-0.00	9.69	0.30	1.16	0.04	-18.55

Fuente: Elaboración propia

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
Cimentación	-3.50	Peso propio	736.42	5490.1	7346.2	0.00	0.00	-0.00
		Cargas muertas	198.59	1482.5	1836.3	0.00	0.00	-0.00
		Sobrecarga de uso	246.95	1835.1	2292.9	0.00	0.00	-0.00
		Sismo X Modo 1	-0.00	1.17	28.72	0.10	2.39	18.21
		Sismo X Modo 2	-0.00	361.97	-47.71	30.11	-3.95	-69.86
		Sismo X Modo 3	-0.00	491.18	15.33	41.50	1.27	-662.7
		Sismo Y Modo 1	-0.00	26.23	644.38	2.18	53.52	408.50
		Sismo Y Modo 2	-0.00	43.47	-5.73	3.62	-0.47	-8.39
		Sismo Y Modo 3	-0.00	13.75	0.43	1.16	0.04	-18.55

Fuente: Elaboración propia