

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Análisis, modelización y estudio económico de un edificio de concreto armado tradicional y uno con disipadores sísmicos en la ciudad de Chiclayo

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Jairo Javier Silva Zapata

ASESOR

Jose Alberto Acero Martinez
<https://orcid.org/0000-0003-4154-9510>

Chiclayo, 2026

Análisis, modelización y estudio económico de un edificio de concreto armado tradicional y uno con disipadores sísmicos en la ciudad de Chiclayo

PRESENTADA POR

Jairo Javier Silva Zapata

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Segundo Guillermo Carranza Cieza

PRESIDENTE

Quiroz Quiñones Luis
SECRETARIO

Jose Alberto Acero Martinez
VOCAL

Dedicatoria

En el término de una de las etapas más memorables de mi vida, aquel que no volverá a repetirse, deseo expresar un profundo agradecimiento a aquellos que hicieron realidad este sueño, comenzando por Dios, quien ha sido mi guía espiritual y me ha dado fuerzas para poder lograrlo. A mi madre y abuela, por apoyarme en cada paso que he dado y confiar en mi desarrollo. A mí asesor por instruirme y aconsejarme. A mi casa de estudios por darme una educación integral para desenvolverme como un buen profesional.

Agradecimientos

A Dios quien ha sido mi guía espiritual y me ha dado fuerzas para poder lograr todo lo propuesto para conseguir desarrollarme como Ingeniero Civil.

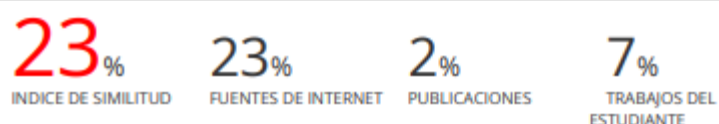
A mi querida madre Angelica María, Zapata Figueroa, mi motor inquebrantable, quiero extenderle mi infinita gratitud por su apoyo en cada una de mis decisiones. A mi amada abuela, Barcia Vicenta Figueroa Izquierdo, quien generosamente costó mis estudios, le agradezco de corazón su enorme sacrificio y su inagotable amor. Sin su respaldo, no hubiera sido posible alcanzar este logro.

De igual forma, quiero reconocer a todos los ingenieros y docentes que han dejado una huella imborrable en mi camino universitario. Sobre todo, a mi asesor José Alberto Acero Martínez por guiarme e instruirme para poder desarrollar de la mejor manera esto. A ellos su conocimiento y dedicación han sido fundamentales para mi crecimiento y desarrollo como ingeniero civil.

Que la vida les colme de bendiciones por su invaluable contribución a mi formación académica. Conmovido y agradecido, me despido de esta etapa con la firme determinación de honrar su legado y hacer que cada paso que dé en el futuro sea un tributo a su dedicación y esfuerzo.

Análisis, modelización y estudio económico de un edificio de concreto armado tradicional y uno con disipadores sísmicos en la ciudad de Chiclayo

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	11%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repository.ugc.edu.co Fuente de Internet	1%
6	scioteca.caf.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1%
8	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
9	vsip.info Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
11	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
12	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1%
13	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	5
Revisión de literatura.....	8
Materiales y métodos	24
Resultados y discusión.....	59
Conclusiones.....	65
Recomendaciones	66
Referencias	66
Anexos.....	68

Resumen

Esta investigación tiene el fin de analizar y evaluar el comportamiento de los sistemas de protección sísmica los cuales tienen como nombre disipadores sísmicos, para la presente investigación se hizo uso de los disipadores de fluido viscoso que dependen de la velocidad y los disipadores ADAS que dependen del desplazamiento, para ello se hizo uso de la normativa americana la ASCE 7-16 y el FEMA, asimismo la normativa peruana E030.

Con el objetivo de plasmar toda la metodología, se eligió un edificio de 10 niveles con dos sótanos cuyo sistema estructural es de muros estructurales, para la estructura tradicional se tuvo que adicionar una serie de parámetros estructurales para que pueda cumplir con las derivas que manda nuestro reglamento peruano E 030(7 ‰), para el eje X-X no tuvimos problemas, pero para el eje Y-Y si ya que es el más débil para la solución de este se optó por adicionar placas y agregando más peralte a nuestras vigas en el eje débil.

Palabra clave: disipador, fluido viscoso, adas, estructura, deriva

Abstract

This investigation has the purpose of analyzing and evaluating the behavior of seismic protection systems which are called seismic dissipators, for the present investigation use was made of viscous fluid dissipators that depend on speed and ADAS dissipators that depend on speed. displacement, for this purpose, the American regulations ASCE 7-16 and FEMA were used, as well as the Peruvian regulations E030.

In order to capture the entire methodology, a 10-story building with two basements was chosen, whose structural system is structural walls. For the traditional structure, a series of structural parameters had to be added so that it can comply with the drifts mandated by our Peruvian regulation E030(7 ‰), for the X-X axis we had no problems, but for the Y-Y axis we did, since it is the weakest for the solution of this we decided to add plates and adding more camber to our beams in the weak axis

Keywords: Sink, viscous fluid, adas, structure, drift

Introducción

El Perú es un país altamente sísmico dado que se ubica en el cinturón de fuego del pacífico, asimismo está asentado dentro de dos placas tectónicas que están en constante movimiento, las cuales producen una velocidad de 7-8 cm/año, además causo la elevación de las cordilleras delos andes con una velocidad de 4mm/año, la placa de subducción es la nazca que está en la parte inferior de la sudamericana, debido a esto la placa nazca se mueve hacia al este y la sudamericana al oeste, por ello se debe construir las edificaciones con criterio [1].

En nuestro país el primer terremoto con mayor magnitud registrado por los historiadores fue el del año 1586, luego en 1687 y 1746 ocurrieron terremotos que afectaron notablemente la ciudad de Lima, con consecuencia de tsunamis y alcanzando unas posibles olas de 15-20 metros, en 1868 ocurrió uno en el sur del país afectando principalmente a la ciudad de Tacna [2]. Otro fue el 20 de noviembre de 1960 un fuerte terremoto de magnitud 7.6 causo la rotura de tres cables submarinos y el deslizamiento de un talud submarino causando graves daños al departamento de Arequipa, asimismo el 17 de octubre 1966 un terremoto en la ciudad de Lima dejo como consecuencia 63 muertos y varios heridos al mismo tiempo causo derrumbes de varias viviendas, el 31 de mayo del año 1970 ocurrió un terremoto de magnitud 7.2 al norte del país afectando a tres departamentos Tumbes, Piura y Lambayeque siendo el epicentro al sur de tumbes, el 03 de septiembre 1997 un terremoto de 7 grados de magnitud afecto Cajamarca, Amazonas y San Martín dejando 11.000 viviendas destruidas [3].

En el 2007 un terremoto con magnitud de 7 grados en la escala de Richter y 7 en la escala de Mercalli Azotó Pisco, dio como resultado destrucción del 80% de las viviendas las cuales eran en su gran mayoría de adobe y quincha y posterior a esto un tsunami frente a la península de Paracas. Por lo tanto, es de suma importancia la incorporación de disipadores sísmicos en las edificaciones de uso común y que estén ubicadas en una zona altamente sísmica. En efecto a la situación problemática, el investigador **se plantea el siguiente problema** ¿Como influye la utilización de disipadores energéticos, tanto de fluido viscoso como Histéricos ADAS para un edificio de diez niveles de concreto armado en la ciudad de Chiclayo?

el uso de disipadores energéticos de fluido viscoso e histéricos ADAS en edificios mejora la respuesta sísmica y minimiza los daños en las estructuras.

Es por este motivo que mi variable independiente será el uso de disipadores energéticos de fluido viscoso e histéricos ADAS ya que la responsabilidad del disipador cuando esté incorporado en la estructura es aspirar una parte de la energía externa por consecuencia de un sismo, disminuyendo la energía primaria en sus componentes estructurales y por ende reducir el perjuicio estructural.

En segunda instancia tenemos la variable dependiente que será el mejoramiento de la respuesta sísmica, gracias al disipador de fluido viscoso disipa la energía penetrando el fluido de silicona por medio de un orificio, ocasionando una presión de amortiguamiento, la cual ocasiona una fuerza que no incrementan las cargas sísmicas, estos dispositivos son hechos de acero inoxidable y el líquido que está en la parte interna es aceite de silicona, Existen varios estilos de colocación en la edificaciones pero las principales y las más comerciales son las diagonales y las chevron braces. [4]

Por ello se justifica que la investigación es importante porque en un futuro no muy lejano la incorporación de disipadores de fluido viscoso y disipadores histéricos ADAS en las edificaciones va ser muy comercial, por ello traerá grandes beneficios a nuestra sociedad ya que mientras más se investigue menores serán los errores en la fase de la ejecución de proyectos con esta tecnología, y frente a un evento sísmico nuestras estructuras continuaron su vida útil, asimismo tenemos que esta investigación servirá como guía o base para los futuros estudiantes sigan esta línea de investigación [5] .

En el tema económico es favorable porque cuando ocurra un evento sísmico estos dispositivos ayudarán a disipar la energía de entrada y por ende reducirán los daños estructurales o en el peor de los casos el colapso de la estructura, por ello mejorará el gasto económico a comparación de una edificación tradicional [6].

En cuanto al medio ambiente las construcciones son unos de los factores que más daño causa a nuestro planeta, en caso de desastres naturales como sismos en muchos casos hay colapsos de viviendas y edificaciones y por ende se tiene que construir nuevamente, por tal motivo con

la tecnología antisísmica la cual propone incorporar disipadores sísmicos en nuestras edificaciones se va a reducir el daño ambiental y así alargar la vida de nuestros edificios [7]

En esta investigación tenemos como objetivo general: Analizar, modelar y hacer el estudio económico de un edificio de 10 pisos de concreto armado tradicional y uno con disipadores sísmicos en la ciudad de Chiclayo; y como objetivos específicos tenemos que: Determinar qué tipo de disipador energético absorbe mayor energía ante un evento sísmico si el de fluido viscoso o el histérico ADAS, analizar que disipador tiene un mejor comportamiento cuando enfrenta la torsión que se ocasiona en una edificación frente a un evento sísmico, determinar un análisis lineal de la estructura tradicional y con la implementación de disipadores, con ayuda de un software estructural, realizar un análisis no lineal Tiempo Historia para optimizar la estructura; Analizar que disipador reduce más las derivas entre piso de una edificación, determinar qué disipador presenta un mejor impacto a la cimentación de la edificación y por último analizar en cuánto difiere el presupuesto de la estructura con la implementación de disipadores sísmicos en una edificación

Revisión de literatura

Antecedentes

Martínez y Parra [8], Estos autores tienen como objetivo Analizar el tema sísmico de un edificio de siete niveles con y sin dispositivos de disipación de energía y cuánto incrementa su costo, En Colombia hacer investigación relacionada a la ingeniería sísmica es de mucha ayuda, ya que la NSR-10, la cual es la normativa encargada del diseño sismorresistente se enfoca en deformaciones en el rango elástico. Este proyecto tiene la intención de motivar a los ingenieros estructurales hacer uso de las nuevas tecnologías como son los dispositivos de disipación de energía, para que los edificios del país sean más seguros y así evitar menores daños sísmicos o pérdidas de vidas humanas, sin embargo, no se generaliza la respuesta sísmica en una edificación, ya que esto depende de muchos factores como el sistema estructural, el tipo de suelo, la altura del edificio y también el planeamiento arquitectónico. Para este caso se planteó demostrar el aspecto técnico y económico a la hora de incorporar los dispositivos de disipación de energía, En esta tesis se examinó un edificio ubicado en Bogotá, el cual está hecho de concreto armado, tiene siete niveles, con el fin de que los periodos de oscilación no sean tan amplios como en los que se presentan en las edificaciones de gran altura. Si se concluye que estos fusibles estructurales son viables y económicos, tendrían que ser utilizados en las demás estructuras tanto privadas como públicas para así tener un mejor impacto económico en la sociedad. Dentro de la tecnología antisísmica se optó por los disipadores ya que se pueden usar en edificios existentes y no importa su altura, además su colocación es muy accesible, asimismo se eligió los disipadores de fricción porque se tienen construcciones ya realizados en la zona de Colombia, entre ellos se encuentran hospitales, clínicas, entre otros

Quispe y García [9], Esta investigación está centrada en el reforzamiento sísmico de una edificación la cual fue hecha por los años 70' y 80', se encuentra en Lima, es de concreto armado, por ello se le realizó un análisis espectral dándose con la sorpresa que no cumple con los requisitos mínimo de la norma E30 la cual es encargada de los parámetros de diseño sismorresistente de Perú por ello el principal objetivo implementar disipadores histeréticos en una estructura de 14 pisos. En la presente tesis, se utilizó el análisis estructural para poder hallar los periodos tanto para la estructura con y sin disipadores de energía, asimismo se empleó el análisis no lineal tiempo- historia para poder estudiar la no linealidad del disipador histerético, ayudándose de la norma técnica peruana E.030. Algunas características del proyecto son las

siguientes, tiene un área construida de 669.15 metros cuadrados, son 14 pisos, la altura es de 41.2 metros, el primer piso 3.5m y el resto 2.9 metros, La estructura desde una vista en planta tiene algunas deficiencias, por ende, la colocación de disipadores histeréticos mejoró notablemente la respuesta sísmica, en efecto las derivas entre piso disminuyeron un 50%. En el análisis no lineal se concluyó que la absorción de energía con disipadores fue 40%, por ello la estructura global bajo de 100% a 59.7% para el registro de ICA 2007, esto se da en el eje de las abscisas y en las ordenadas, fue un 58.5%, por lo tanto, la estructura global disminuyó de 100% a 41.3%, desempeñando notablemente el objetivo de protección sobre la estructura.

Otiniano [10], Este Análisis se hizo con el propósito de ver el comportamiento de una edificación frente a un evento sísmico, asimismo se utilizó protección por amortiguamiento, siendo el elemento importante el famoso disipador de fluido viscoso, Con el fin demostrar el método, se eligió un edificio cuyo material principal fue el concreto armado, esta estructura cuenta con 9 niveles y un área de 375m² de área techada por nivel está sin ninguna tecnología antisísmica, por lo tanto evaluando la deriva inelástica nos da un resultado de 9.11% pasando el límite máximo de nuestra norma E-30(7%), por ende para reducir el valor obtenido se implementó disipadores de fluido viscoso. Con la adición de los fusibles estructurales, aumentó el amortiguamiento entre un 30% a 40%, por ende, las derivadas en el eje de las ordenadas redujeron a 4.1% y en las abscisas un 3.8%. El propósito de esta tesis es reducir desplazamientos, velocidades y aceleraciones, agregando elementos antisísmicos, al mismo tiempo hacer una comparación con otros disipadores como son ADAS, viscos elásticos, y ver cuáles el correcto para nuestro país, por ello se usó el software estructural SAP 2000. Finalmente se hizo el análisis con disipadores antisísmicos, ante varias amenazas, la edificación reaccionó de manera adecuada, en efecto los componentes estructurales mejoran los daños, por ende, la seguridad de las personas no corre peligro.

Cabrera [11], Esta tesis hace un estudio ayudándose de las investigaciones relacionadas a la ductilidad y el desarrollo de disipadores sísmicos en edificios de concreto armado ya construidos, tomando como ejemplo las edificaciones esenciales, las cuales deben ser de apoyo ante la presencia de un evento sísmico, asimismo se va hacer una comparativa del comportamiento de los disipadores. En el Perú hemos sido testigos de varios eventos sísmicos es por ello, que actualmente se exige el uso de la tecnología antisísmica en nuestras edificaciones esenciales, para que así todos los afectados tengan donde atenderse y reducir las pérdidas humanas. Cuando ocurre un sismo, la edificación es disipada por el amortiguamiento de la estructura, aunado a esto ocurren deformaciones, gracias a la implementación de los disipadores controlan y absorben las deformaciones, un aspecto de suma importancia es el tema económico al momento de agregar estos elementos a nuestra estructura ya que a larga plazo resulta ser un gran ahorro, ya que las reparaciones serán de un costo mínimo. Como conclusiones tenemos que la respuesta de nuestra estructura frente a la implementación de los disipadores de energía resultó ser grandiosa, ya que redujo la deriva entre piso, la cortante basal que actúa en la base. Por otro lado, tenemos que el criterio de selección de estos elementos depende de la geometría de la edificación y deben estar alejados del centro de masa como del centro de rigidez.

Bases teóricas

Sismos o terremotos

Sismo o terremoto es el movimiento de la superficie terrestre, esto se debe a la liberación de energía que se da en la parte interna de la tierra, la cual se conoce como hipocentro o foco, el foco representa la altura del nivel de terreno natural hacia abajo llegando a encontrar el punto donde se desprende la energía acumulada. Según expertos la profundidad puede estar a varios kilómetros. Asimismo, tenemos el epicentro ubicado en la tierra en la misma dirección vertical que el foco, por ello las ondas sísmicas llegan con mayor intensidad, mientras más se alejen de este la intensidad del sismo va a mejorar [12].

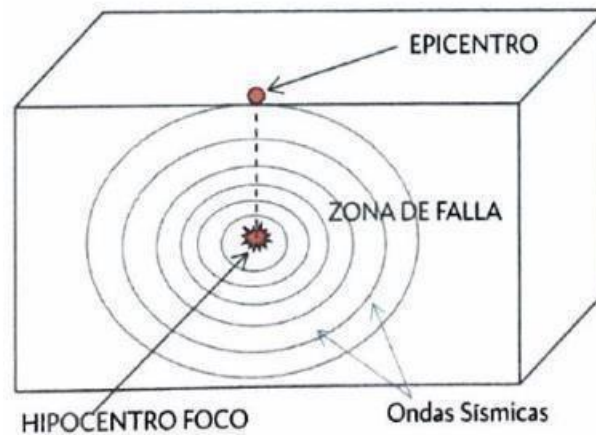


Ilustración 1: Geometría de un sismo.

La dinámica que ocasionan los sismos está relacionada con grandes fracturas que se da en la superficie terrestre conocidas mayormente por fallas. Estas a través del tiempo almacenan tensiones haciendo desplazamientos bruscos por medio de la liberación de energía, la cual se propaga en ondas en todas sus direcciones. [12]

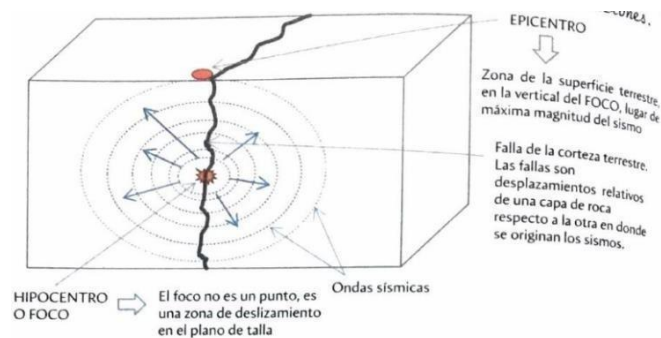


Ilustración 2: Fallas en la superficie terrestre.

La propagación de los sismos o terremotos se difunde por medio de ondas concéntricas, las cuales actúan en el interior de la tierra, inician en el hipocentro y hacen un viaje hacia el epicentro, por lo tanto, las ondas son vibraciones que se desplazan mediante un material elástico como sólido en este tenemos la superficie terrestre y líquido puede ser a través de un río u océano, llevando energía mecánica. Poseemos las ondas internas y las superficiales [12].

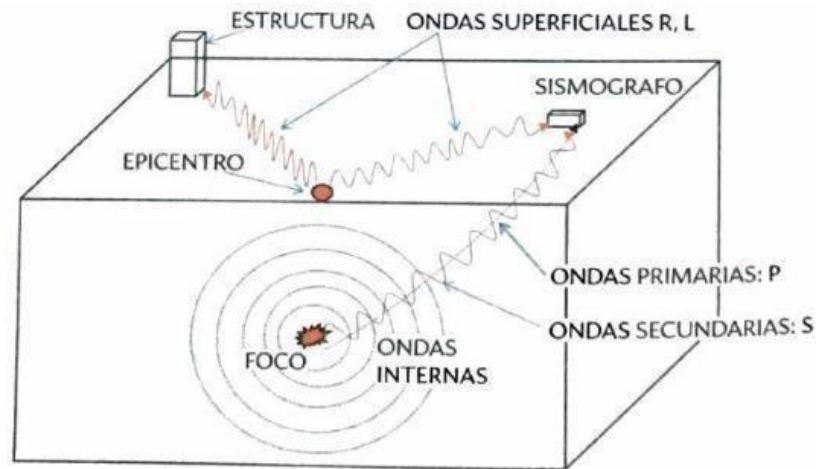


Ilustración 3: Difusión de las ondas sísmicas.

Sismos o terremotos en el Perú

Nuestro país principalmente está dividida en cuatro zonas sísmicas, pero la costa es la zona con más probabilidad sísmica por el motivo de que se encuentra en el cinturón de fuego de pacifico, la historia de sismos en nuestra nación nos dice que en los últimos años del milenio se han presentado una serie de sismos y en algunos casos acompañados de tsunamis especialmente en lima y en el sur del Perú que han afectado nuestro país gravemente dejando una serie de viviendas destruidas y varias personas fallecidas [13].

Diseño sísmico tradicional

El diseño sísmico tradicional depende de la resistencia de la estructura frente a las fuerzas laterales que ejercen los sismos, en las estructuras tradicionales las fuerzas sísmicas son absorbidas netamente por los elementos estructurales ya sean columnas, vigas o placas, en muchos casos logran aguantar la energía de los sismos, pero queda una estructura muy debilitada y por ende se procede a la demolición, causando un impacto negativo tanto económico como ambiental. Asimismo, tenemos que en nuestra norma sismorresistente nos da parámetros para el uso de las edificaciones, por ejemplo, tenemos las edificaciones esenciales que deben quedar operativas después de un sismo en ellas están los hospitales, las comisarias, los bomberos, etc. Estas estructuras deben ser diseñadas con suficiente resistencia para que cuando lleguen al rango inelástico los daños sean prevenidos o mínimos [14]

Implementación de disipadores sísmicos en edificaciones

Los disipadores sísmicos es un tema muy importante que se ha indagado levemente, por ello es una rama abierta para los investigadores. La disipación de energía se da a notar en los periodos, frecuencia y la vibración de los edificios, y tienen participación en la magnitud del sismo.

En la actualidad se han incorporado nuevas tecnologías en la rama estructural no solo los disipadores si no también los aisladores, pero en esta investigación nos centraremos en los disipadores de energía, los cuales por medio del análisis frente a un evento sísmico se puede hallar la energía finita que ingresa a nuestra edificación. La energía de entrada se convierte en energía cinética y potencial, por ello deben ser disipadas por medio del calor, gracias al amortiguamiento las vibraciones no son altas ya que este absorbe la energía de entrada y minimiza la amplitud de vibración. El comportamiento de la estructura sería mejor si la energía de entrada fuera absorbida por un disipador de energía, ya que esto se ve en la ecuación de conservación de la energía [14].

$$E = E_K + E_S + E_h + E_d \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

E - energía de entrada ocasionada por un agente externo, (sismo o viento).

E_K - energía cinética.

E_S - energía de deformación elástica recuperable.

E_h - energía irrecuperable, disipada por el sistema estructural a través de la inelasticidad u otras formas de acción.

E_d - energía disipada por los dispositivos de amortiguamientos suplementarios.

En la figura n°4 podemos notar el balance energético de una edificación tradicional, asimismo vemos que la energía de ingreso es captada por la estructura, en cambio la siguiente figura n°5 se visualiza la repartición de energía, pero esta vez agregando los disipadores sísmicos en el diseño, podemos notar que la energía de amortiguamiento se eleva, en la imagen se ve que la energía de entrada se denota con color verde, y la del disipador color rojo, la cinética amarilla y la potencial azul [15].

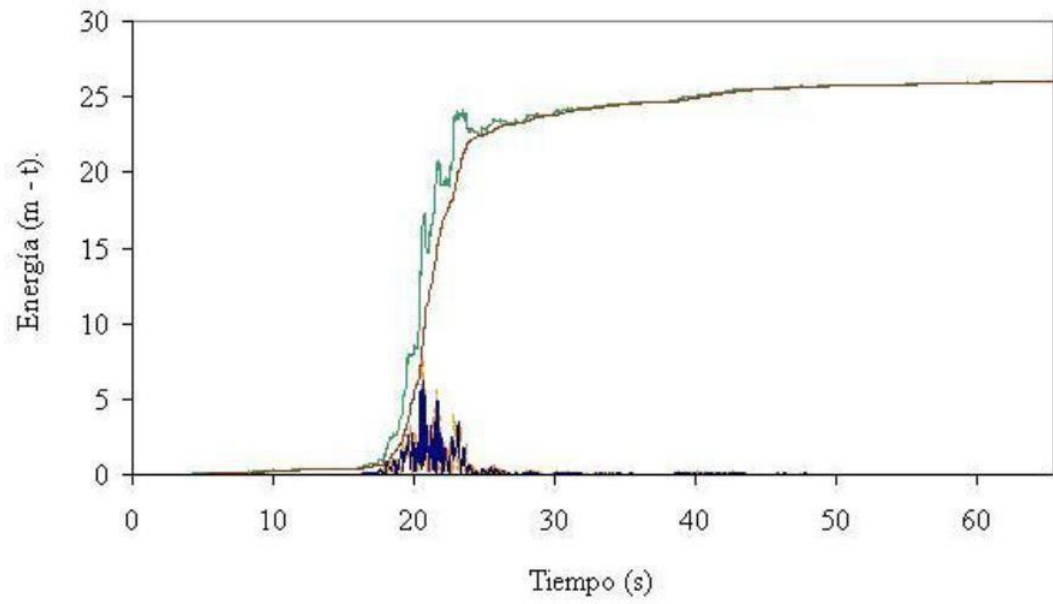


Ilustración 4: Balance energético de una estructura sin disipadores.
Fuente: Edificaciones con disipadores de energía – Villareal & Oviedo

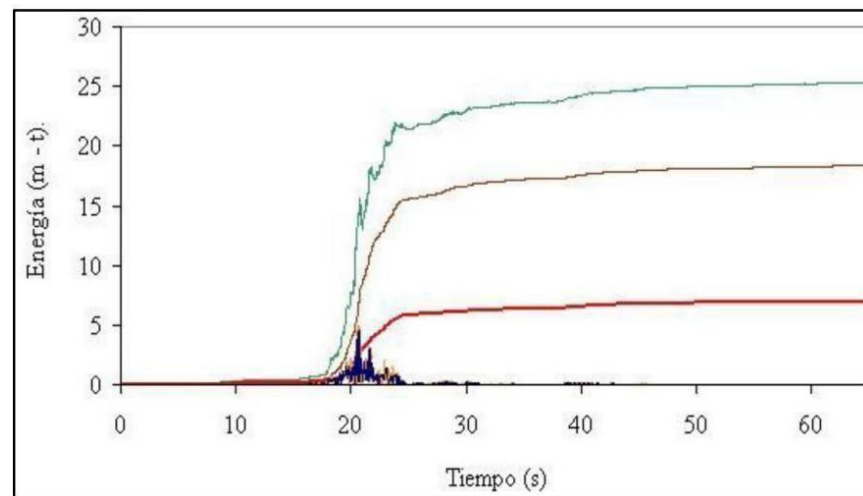


Ilustración 5: Balance energético de una estructura con disipadores.

Fuente: Edificaciones con disipadores de energía – Villareal & Oviedo

Tecnologías antisísmicas en edificaciones

En la actualidad existen una serie de tecnología antisísmica aplicada a edificaciones, todas tienen como función menorar los desplazamientos, para así evitar el daño y posible colapso de la estructura, existen una seria de opciones. Los disipadores que son instalados en nuestra estructura disipan un gran porcentaje de energía proveniente del sismo, por medio del amortiguamiento evitan el fenómeno de resonancia, estos dispositivos se dividen en cuatro grupos, tenemos los pasivos, semiactivos, híbridos y activos, cada grupo tiene diferentes equipos de protección sísmica [15]

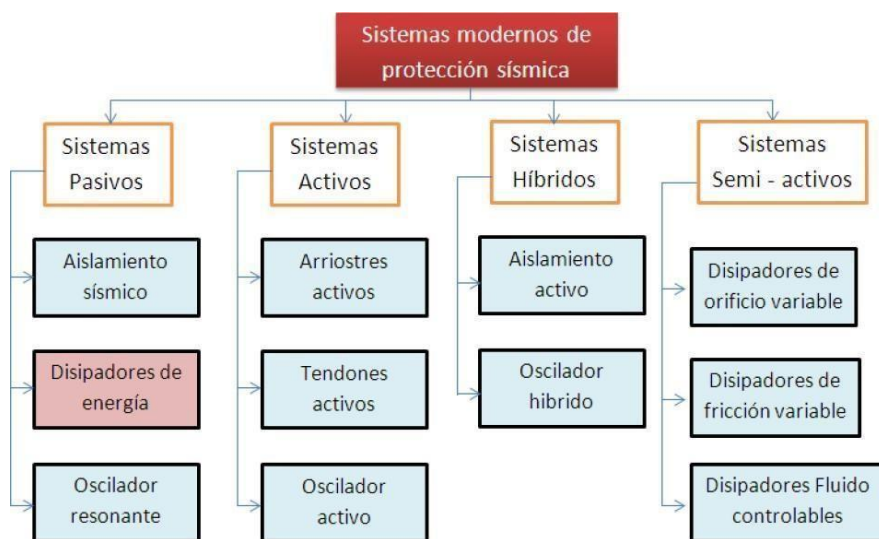


Ilustración 6: Tipos de Tecnologías antisísmicas.

Los disipadores de energía, tienen la función de disipar la energía del sismo con el fin de que los elementos estructurales de la edificación no sean dañados por las fuerzas externas que el sismo presenta, los disipadores detectan la fuerza sísmica por medio de un comportamiento plástico, según la normativa internacional ASCE 7-18 en el capítulo 18 nos informa que los disipadores se dividen en tres líneas, las cuales dependen del desplazamiento, la velocidad y del desplazamiento y de la velocidad. [15]

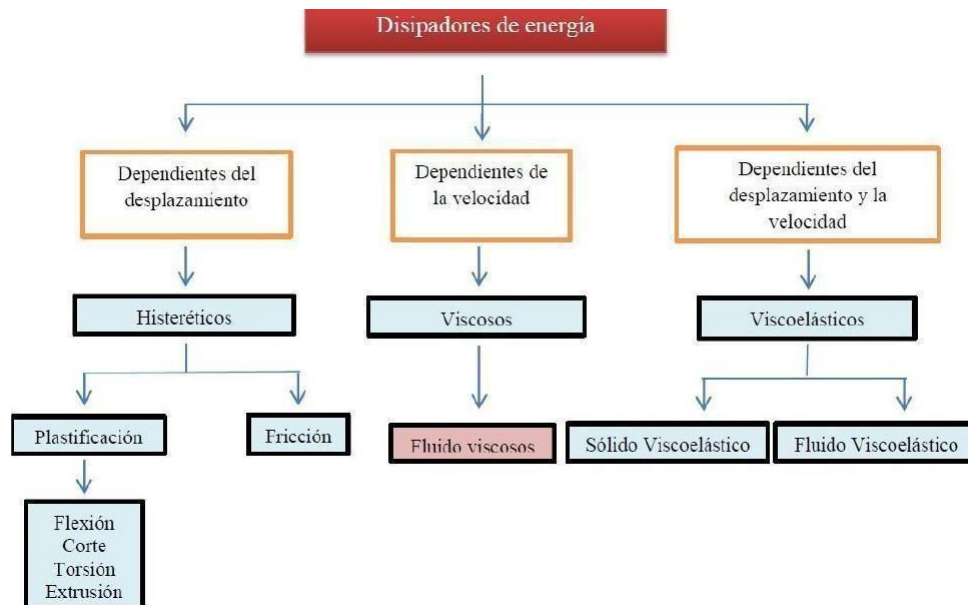


Ilustración 7: Tipos de disipadores de energía.

Disipadores histeréticos metálicos

Los disipadores histeréticos están compuestos de acero, aprovechando su homogeneidad, para analizar sus comportamiento se hace uso de un modelado por medio de curvas fuerza-desplazamiento, por otro lado tenemos que la energía que disipa se mide por ciclos de histéresis que son propios del dispositivo, El disipador ADAS el cual tiene placas de acero en forma de I, son hechos para propagar la energía por medio de la cedencia de sus placas, Para analizar su comportamiento necesitamos conocer la rigidez, la fuerza límite de cedencia y el desplazamiento. Los disipadores tipo ADAS, se estrenaron en la rehabilitación de una edificación en san Francisco EE. UU [16].

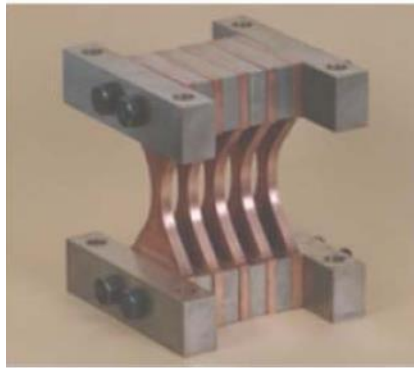


Ilustración 8: Disipador tipo ADAS.

En la familia de disipadores tipo histérico, también tenemos uno muy comercial de tipo TADAS, el cual es muy similar al ADAS, con la diferencia de que este tiene placas en forma triangular, tiene como objetivo adicionar amortiguamiento y rigidez a la edificación [16]



Ilustración 9: Disipador tipo TADAS.

Fuente: Oviedo 2006

Las riostras metálicas también están en el equipo de disipadores histéricos, tiene un núcleo de acero, además en la parte externa cuentan con un tubo metálico, el cual este relleno con agregado fino y cemento, el núcleo tiene la tarea de disipar la energía cuando se pasa la cedencia, las riostras de este dispositivo aguantan las fuerzas internas de la estructura como son la flexión, cortante y axial. El funcionamiento tendrá éxito siempre y cuando no haya adherencia entre el núcleo y el material. [16]

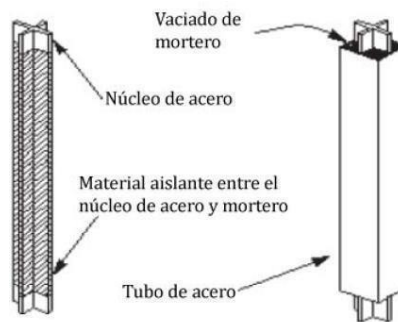


Ilustración 10: Disipador tipo Rostro metálico.

Fuente: Oviedo 2006

Disipadores de fricción

Los disipadores de fricción se activan cuando ocurre fricción o deslizamiento entre dos elementos de contacto, asimismo tiene que llegar a cierto nivel de carga para que se ponga en uso, si esto no se cumple el dispositivo se mantiene en reposo, en la actualidad ya hay bastantes tipos de disipadores de fricción pero el más conocido y comercial es el pall, la cual tiene una geometría de dos brazos metálicos en diagonal, en el punto medio de estos existe un perno que asegura la fuerza normal para que se produzca fricción, estas diagonales se mueven en dirección contraria al sismo para que así disipe gran cantidad de energía, el país donde estos dispositivos fue en Canadá, tanto en edificios como estructuras que fueron dañadas por terremotos, en Japón se utilizó el disipador de fricción tipo Sumitomo, fueron acoplados en edificios de 22 y 32 niveles a finales del siglo xx [16]

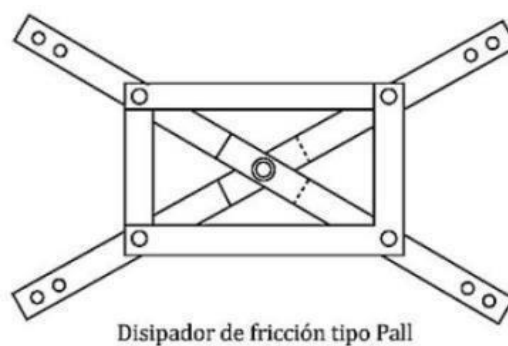


Ilustración 11: Disipador tipo fricción Pall.

Fuente: Oviedo 2006

Disipadores Viscoelásticos

Como bien sabemos todos los disipadores sísmicos tienen la tarea de disipar la energía para menorar los daños en la edificación y los disipadores viscoelástico no son la excepción, además este disipador no solo disipa el sismo si no también las fuerzas de viento que mayormente afectan a los edificios de gran altura. En el proceso de colocación estos pueden ir de forma diagonal, la intención de este dispositivo es que la estructura se establezca en un rango lineal elástico, para que se evite desgracias, estos fueron bautizados con el nombre de DSSD (Direct Shear Damper), están hechos de placas de acero y entre ellas se adiciona un material viscoelástico, que ayuda a reducir los esfuerzos que la estructura presenta. [16]

En el momento de diseñar estos dispositivos se debe tener en cuenta la variación de temperatura, frecuencia de vibración y las deformaciones, ya que pueden alterar su comportamiento, en muchos casos estos dispositivos fueron utilizados para controlar las fuerzas de viento un ejemplo es las torres gemelas, las cuales tenían 110 pisos, tuvieron una vida de veinte años, luego fueron derribadas por los terroristas.

También se utilizaron en muchos edificios en USA, con el mismo fin de controlar las fuerzas de viento y las de sismo, en Asia también es muy utilizado este dispositivo especialmente en Japón. [15]

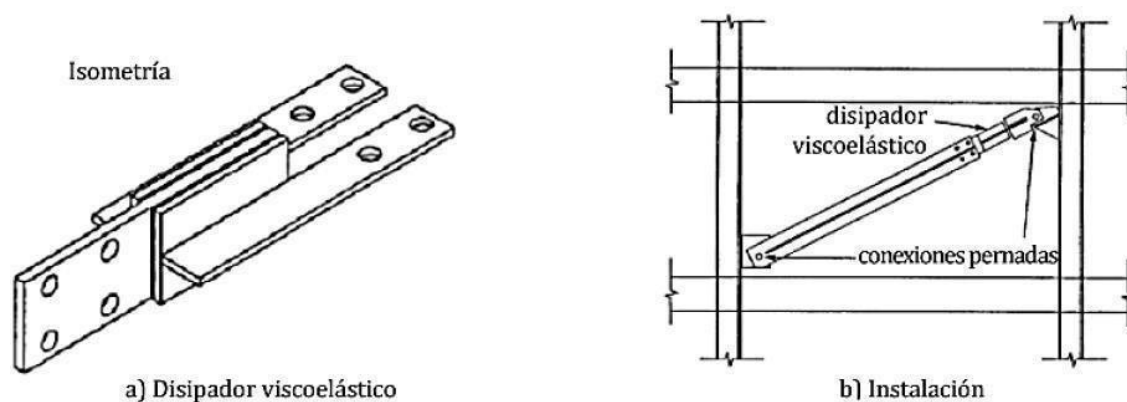


Ilustración 12: Disipador tipo viscoelástico.

Fuente: Oviedo 2006

Amortiguadores de masas sintonizadas

Los amortiguadores los podemos encontrar en simples , lo cual quiere decir un solo sistema de masa amortiguador, también encontramos múltiples, son sistemas que contienen líquidos, pueden ser tanques de agua o columnas de líquidos, el AMS funciona en un sistema masa/resorte/amortiguador, es puesto en la estructura, asimismo la frecuencia natural de esta tecnología debe ser similar a la del sistema principal, para que esta se mueva en resonancia, para hacer uso de estos dispositivos se tiene que tener un criterio muy claro del diseño sismorresistente, son colocados en la parte superior de la estructura ósea en el techo y son puestas encima de aisladores [15]

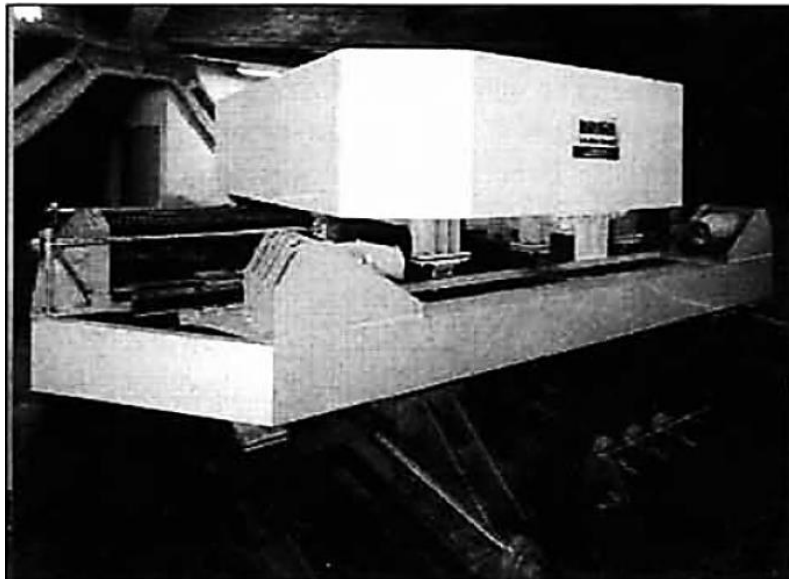


Ilustración 13: Dispositivo de amortiguador de masa sintonizada.

Fuente: Oviedo 2006

Disipadores de fluido viscoso

Los disipadores de fluido viscosos, por lo general no alteran la rigidez de la estructura, ni aumentan los esfuerzos en la estructura ya que dependen de la velocidad y no del desplazamiento, en el tema comercial existen dos proveedores uno queda en EE. UU que es Taylor y el otro se ubica en Japón y es Kajima Corporation, pero ambos tienen el mismo

objetivo que es disipar la energía con ayuda del fluido que se encuentra en la parte interna del disipador, el cual es aceite o silicona.

Estos dispositivos tienen una antigüedad aproximada de 50 años, ya que estos eran empleados inicialmente en el uso de la industria militar y su venta era restringida al público, en el año 1990 después de la guerra fría ya se dio acceso al uso civil [15]

por el motivo de que este dispositivo había tenido un comportamiento muy eficaz, la adaptación a estructuras comerciales se viralizó en poco tiempo. En la actualidad existen muchas estructuras con este tipo de tecnología antisísmica, con el fin de disipar fuerzas sísmicas y de viento, en la siguiente imagen vemos las diferentes partes de este dispositivo [16]

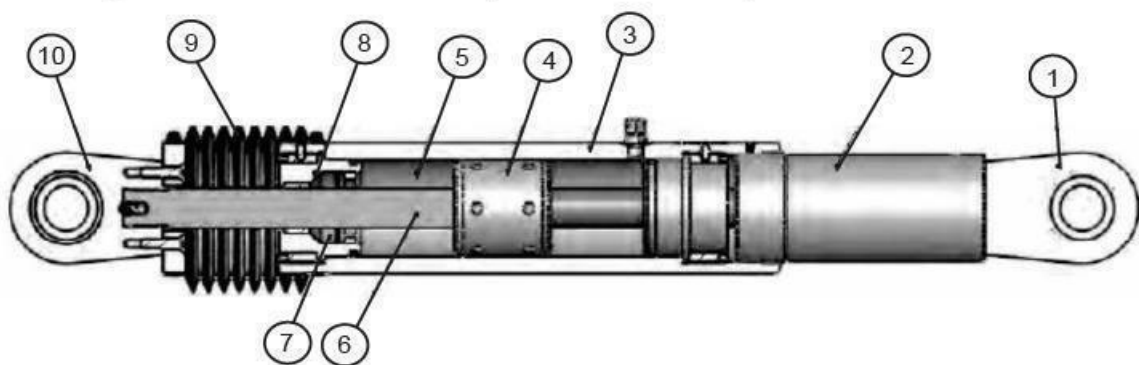


Ilustración 14: Dispositivo de amortiguador de fluido viscoso.

Fuente: Genner & Marcos

- Horquilla final, la cual tiene un tratamiento especial, por ello se le adiciona una seguridad contra la corrosión.
- Elemento de acero con aluminio, preparados para enfrentar la corrosión 3. Cilindro de acero, cubierto de placas y pintura para que no se deteriore con los componentes químicos externos.
- Cabeza del pistón, puede ser de acero o bronce.

- Fluido viscoso, mayormente es silicona a la cual no se le puede comprimir y vástago de acero.
- Sellos los cuales están entrenados para enfrentar la corrosión
- tapa con cuidado térmico de aleaciones de acero.
- Fuelle, nylon protegido con neopreno.
- Cojinete esférico reforzado con aleación de calidad aeronáutica.

El dispositivo funciona principalmente con dos elementos, los cuales son el cilindro que tiene una buena resistencia y el pistón que está hecho con acero inoxidable, como sabemos el cilindro en la parte interna tiene un fluido que es silicona, la cual tiene una alta resistencia al fuego, también equilibra las diferentes temperaturas climáticas, por otro lado tenemos el pistón que cuenta con pequeños agujeros, lo que hace divide el cilindro en dos cámaras y frente a un sismo hace mover el pistón, como consecuencia ocasiona el traslado del fluido de una cámara hacia la otra y esto provoca una presión, la misma que produce la fuerza de amortiguamiento, por ello convierte la energía cinética en calor lo que ocasiona que el fluido se expanda y también se contrae, el cilindro cuenta con una tercera cámara, tiene un nombre de acumulación, la función de esta cámara es para compensar las posibles variaciones del fluido.

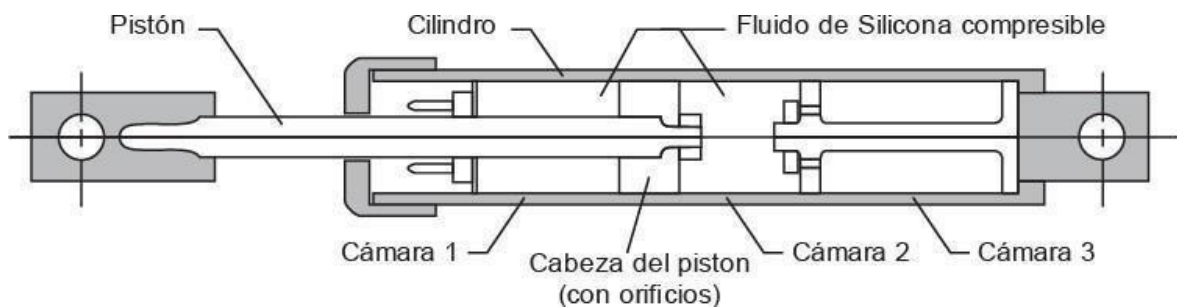


Ilustración 15: Corte de un amortiguador de fluido viscoso.

Fuente: Genner & Marcos

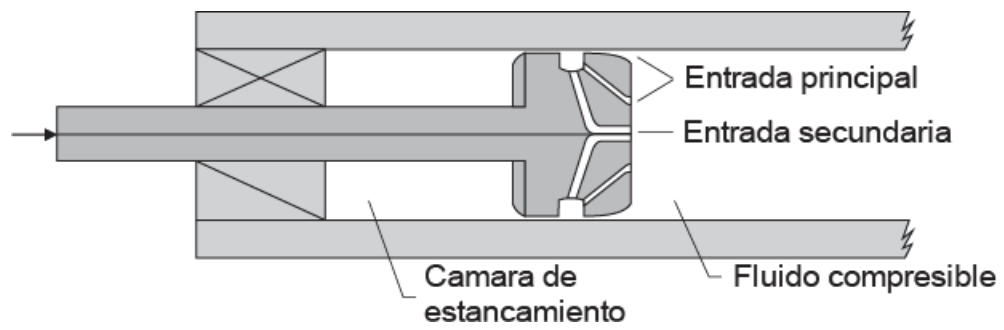


Ilustración 16: Cabeza de pistón.

Fuente: Genner & Marcos

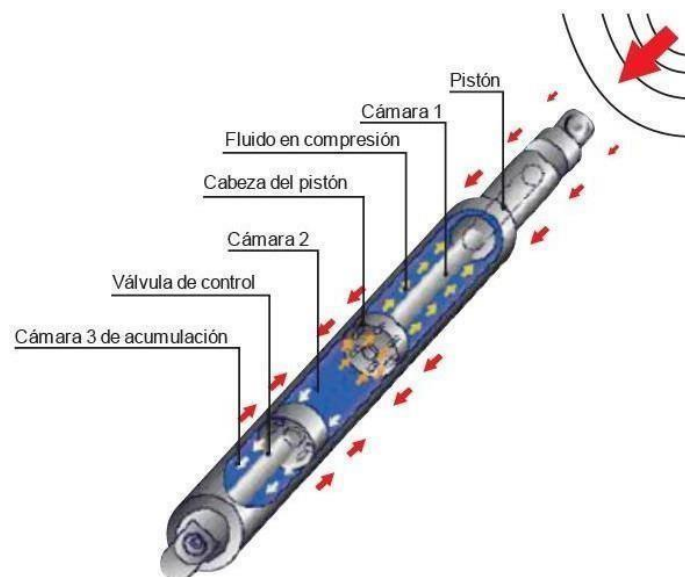


Ilustración 17: Funcionamiento de un Disipador de fluido viscoso.

Fuente: Genner & Marcos

Materiales y métodos

Tipo de investigación

Investigación No experimental – Transversal: En esta investigación se designa como no experimental por el motivo que no se utilizara libremente la variable, asimismo se obtendrá muestras de la variable en estado natural para que después sean estudiadas detalladamente. Por tal motivo es que esta investigación es transversal, porque la obtención de los datos se dará en un solo momento. Además, será de tipo descriptiva ya que se obtendrá datos de la variable, para que sean estudiadas detalladamente.

Operacionalización de variables

VARIABLE	DESCRIPCION	DIMENSION	INDICADOR	UNID. DE MEDIDA	METODO MEDICION
Dependiente	Mejoramiento de la Respuesta sismica	Analisis Dinamico modal espectral	Cortante en la base	tn	La ecuacion
			Porcentajes de reduccion del periodo en la estructura	%	software estructural
			distorsion entre piso	%	norma sismorresistente E30
		Analisis DinamicoTiempo Historia	Disipacion de energia por parte del disipador	Joules	Hoja de calculo
			velocidad por piso	m/s	Etabs, hoja de calculo
			aceleracion por piso	m/s^2	Etabs, hoja de calculo
VARIABLE	DESCRIPCION	INDICADOR	RANGO DE APLICACIÓN	UNID. DE MEDIDA	METODO MEDICION
independiente	Uso de disipadores energeticos de fluido viscoso	Fluido viscoso- aceite de silicona	>340°C	Temperatura	viscometro
		Fuerza del disipador	0.3-1	lbf	Hoja de calculo
		Rigides del brazo metalico del disipador	muy elevada	Tn/m	Hoja de calculo
	uso de disipadores energeticos histereticos ADAS	fuerza de fluencia	muy elevada	tn	Ecuacion
		Desplazamiento de fluencia	minima	mm	Ecuacion
		Rigidezs elastica	muy elevada	Tn/m	Hoja de calculo

Ilustración 18: Operacionalizaciones variables.

Fuente: Elaboración Propia

Población y muestra

Población

La población sería todas las edificaciones de 10 pisos de concreto armado, que están ubicadas en un área de alta sismicidad como es la zona 4 según la E030.

Muestra

La muestra de estudio está conformada por un prototipo de edificio, de diez niveles.

Estrategias para demostrar mi tesis

Principalmente para poder demostrar mi tesis tengo que revisar las normas nacionales e internacionales que están relacionadas con mi tema de investigación para poder cumplir con todos los parámetros establecidos y así hacer una comparación exitosa de mi edificación tradicional y también con la implementación de disipadores de fluido viscoso y disipadores históricos ADAS.

NORMAS RELACIONADAS CON MI TEMA DE INVESTIGACION	
Nacionales	Regalemnto Nacional de edificaciones(RNE): E20 norma para las cargas E30 la norma sismorresistente E060 la norma de concreto armado
Internacionales	Sociedad Americana de Ingenieros Civiles(ASCE 7-16) CAP 18, para la implementacion de disipadores sismicos en edificaciones nuevas

Tabla 1: Normas para mi investigación.
Fuente propia

Asimismo, tenemos que esta investigación será de tipo descriptivo por lo que se hará uso de la estadística para poder graficar nuestros esquemas gráficos y así poder desarrollar nuestras variables de estudio, podemos utilizar el grafico de barras para hacer una comparación de mi

edificación con la implementación de los disipadores sísmicos de fluido viscoso y poder visualizar los resultados que se obtendrá en la etapa de desarrollo [17].

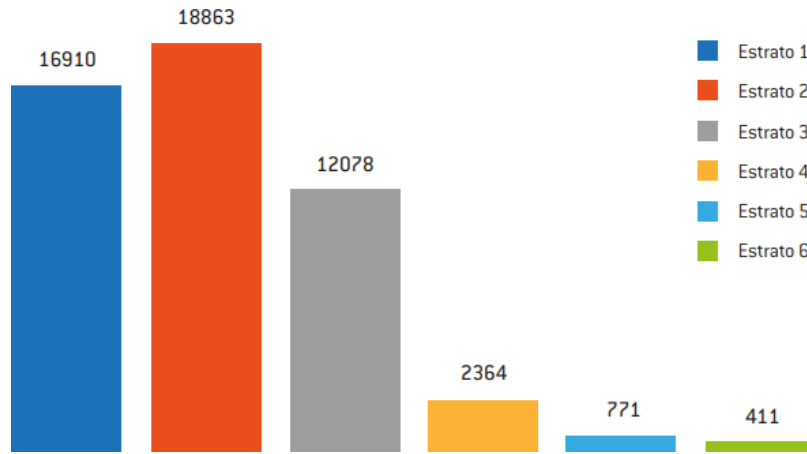


Ilustración 19: Ejemplo de gráfico de barras.

Fuente: Gráficos estadísticos- Jorge Alejandro

Diagrama de flujo

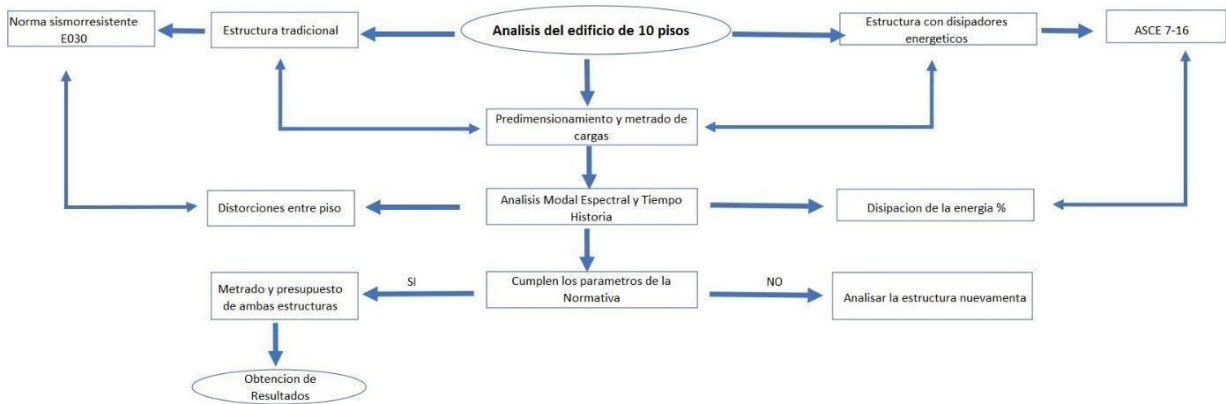


Ilustración 20: Diagrama de Flujo.

Fuente: Propia

Procedimiento:

Predimensionamiento de los elementos estructurales:

Predimensionamiento de losa aligerada, se suele emplear el siguiente cuadro de la normativa, la cual encontramos en el capítulo 9 de la E060. Para así poder predimensionar con criterio de acuerdo con el tipo de paños que tengamos.

TABLA 9.1
PERALTES O ESPESORES MÍNIMOS DE VIGAS NO PREESFORZADAS O LOSAS REFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFLEXIONES

	Espesor o peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Ilustración 21: Tabla de Predimensionamiento de losas.

Fuente: Norma E060

Predimensionamiento de vigas: Para el predimensionamiento se tomó las longitudes más desfavorables y para su dimensionamiento.

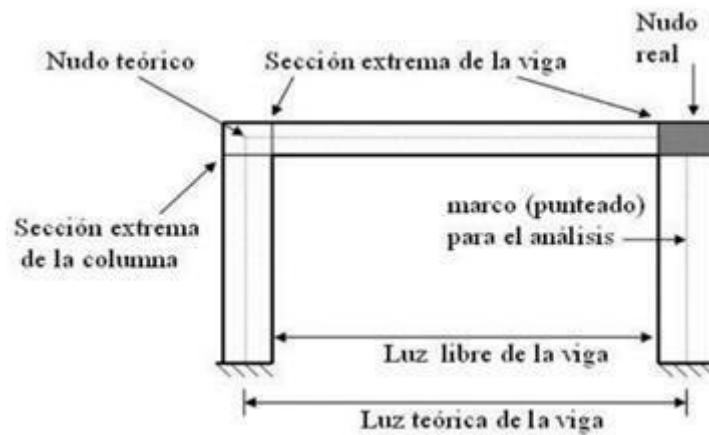


Ilustración 22: Tabla de Predimensionamiento de vigas.

Fuente: Libro Antonio Blanco Blasco

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$H = \frac{L_n}{12} \quad B = \frac{H}{2}$$

Donde:

h = Espesor de viga

L_n = Luz teórica de la viga B = Ancho de viga

Para la determinación de la base de la viga se recomienda que no sea menos a 250mm según nuestra norma 21.5.1.3

Predimensionamiento de columnas,

Para columnas centrales:

$$A_{columna} = \frac{P_{servicio}}{0.45f'_c} \quad P_{servicio} = Pu * A * N^0$$

Para columnas Excéntricas:

$$A_{columna} = \frac{P_{servicio}}{0.35f'_c}$$

Donde:

P_s = Peso de servicio de la edificación

P_u = Peso generado por gravedad en (kg/m²). N = Número de pisos de la edificación

A = Área tributaria

f'_c = Resistencia del concreto a la compresión

Análisis estructural del edificio sin disipadores

Modelo estructural del edificio sin disipadores

Se hizo el modelo tridimensional con el software ETABS 18.0.2, como método de comparación se analizó la estructura tradicional normal empotrada en su base, para luego modelar y analizar hacer la estructura incorporando los disipadores sísmicos, el de fluido viscoso y el ADAS, en la siguiente imagen se vera la estructura en una vista tridimensional.

Fuente: Elaboración propia

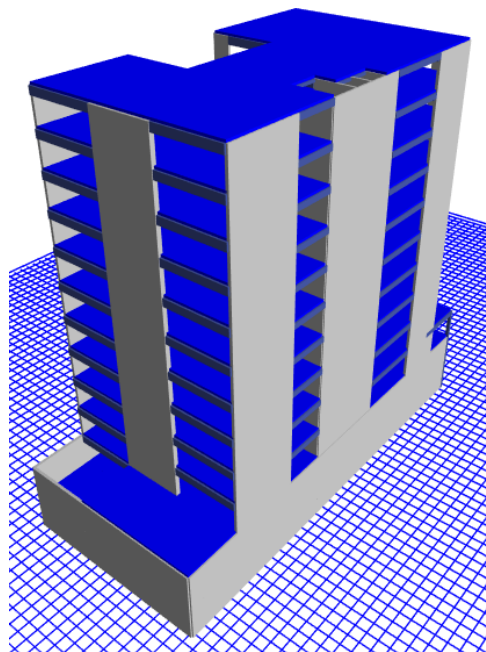


Ilustración 23: Modelo de la Estructura 3D del edificio sin disipadores.

Cargas de Diseño

Para las cargas vivas se hizo uso de la E.020

Carga Muerta:

- Peso del aligerado bidireccional (0.25m) = 0.42ton/m²
- Peso del aligerado (0.25 m) = 0.35ton/m²
- Peso de Tabiquería = 0.1 ton/m²
- Acabados = 0.1 ton/m²

Carga Viva:

- S/C estacionamiento = 0.25ton/m²
- S/C Departamentos = 0.20 ton/m²

Análisis Estático:

Para hacer el análisis sísmico estático se hizo uso de los parámetros de la E030, aquí encontramos todos los parámetros solicitados.

- a) **Factor Zona:** El proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de Chiclayo por ello le pertenece a una zona 4.
- b) **Factor uso:** El proyecto está destinado para departamentos por ello se hace uso de unaedificación común.
- c) **Factor suelo:** Para el proyecto se asumió un suelo intermedio ya que está ubicado en la ciudad de Chiclayo.
- d) **Factor de amplificación sísmica:** como el periodo está entre el periodo largo y cortese va a hacer uso de la siguiente fórmula.
- e) **Sistema estructural:** En el proyecto se comprobó con el software que las placas absorben más del 70% de la fuerza cortante en la base, por lo tanto, el $R=6$. La fuerza cortante se calcula por medio de la siguiente ecuación:

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

Análisis modal espectral

Se hizo un análisis dinámico, cuyo objetivo es calcular los desplazamientos máximos entre piso que se tiene en la estructura, asimismo sirve para obtener las fuerzas que actúan en los elementos estructurales como vigas, columnas, placas y cimentación esto se hace por medio de un espectro de pseudo aceleraciones.

PARÁMETROS SÍSMICOS		
Zona sísmica	tipo	Z4
Perfil de suelo	tipo	S2
Categoría de la edificación	tipo	C
factor Zona	Z	0.45
Factor de amplificación sísmica	S	1.05
Periodo corto del suelo	Tp	0.6
Periodo largo del suelo	TL	2
Factor uso o importancia	U	1
Coefficiente básico de reducción sísmica dirección X	Ro	6
Coefficiente básico de reducción sísmica dirección Y	Ro	6
Factores de irregularidad en altura X	Ia	1
Factores de irregularidad en altura Y	Ia	1
Factores de irregularidad en planta X	Ip	0.9
Factores de irregularidad en planta Y	Ip	0.75
Coefficiente de reducción sísmica X	R	5.4
Coefficiente de reducción sísmica Y	R	4.5

Tabla 2: Resumen de parámetros sísmicos.

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos y Derivas de entrepiso

En las tablas siguientes se indican las derivas máximas obtenidas en cada nivel. Las derivas fueron obtenidas en cada nivel dividiendo el desplazamiento relativo de entrepiso.

Derivas X-X

Story	Combo	Deriva	E030
piso 10	deriva X	0.0061	CUMPLE
piso 9	deriva X	0.0062	CUMPLE
piso 8	deriva X	0.0063	CUMPLE
piso 7	deriva X	0.0063	CUMPLE
piso 6	deriva X	0.0061	CUMPLE
piso 5	deriva X	0.0058	CUMPLE
piso 4	deriva X	0.0052	CUMPLE
piso 3	deriva X	0.0045	CUMPLE
piso 2	deriva X	0.0035	CUMPLE
piso 1	deriva X	0.0021	CUMPLE

Tabla 3: Derivas en la dirección X-X.

Fuente: Elaboración propia

Derivas Y-Y

Story	Combo	Deriva	E030
piso 10	deriva y	0.0060	CUMPLE
piso 9	deriva y	0.0063	CUMPLE
piso 8	deriva y	0.0066	CUMPLE
piso 7	deriva y	0.0068	CUMPLE
piso 6	deriva y	0.0069	CUMPLE
piso 5	deriva y	0.0068	CUMPLE
piso 4	deriva y	0.0064	CUMPLE
piso 3	deriva y	0.0057	CUMPLE
piso 2	deriva y	0.0046	CUMPLE
piso 1	deriva y	0.0029	CUMPLE

Tabla 4: Derivas en la dirección Y-Y.

Fuente: Elaboración propia

Diseño de los elementos estructurales

Las fuerzas utilizadas para el diseño de vigas se obtienen de la condición más desfavorable de las combinaciones de cargas siguientes proporcionadas por la norma E.060.

$$W_U = 1.4CM + 1.7CV$$

$$W_U = 1.25(CM + CV \mp SISMO)$$

$$W_U = 0.9CM \mp 1.25 SISMO$$

Donde:

Wu: Carga última

CM: Carga Muerta

CV: Carga viva

Diseño de vigas por flexión

El objetivo de este diseño es proporcionar elementos estructurales que cumplan con las condiciones siguientes.

$$\phi * Mn \geq Mu$$

$$As = \frac{0.85 * f'c * bw}{fy} * \left(d - \sqrt{d^2 - \frac{4 * Mu}{1.7 * \phi * f'c * bw}} \right)$$

Donde:

$f'c$: Resistencia del concreto.

b_w : Ancho de la viga.

f_y : Esfuerzo de fluencia del acero.

d : Peralte efectivo de la sección.

M_u : Momento último actuante en la sección.

\emptyset : Factor de reducción de capacidad.

Diseño de vigas por fuerza cortante

Según la E.060 (2009) el diseño por fuerza cortante debe satisfacer la siguiente ecuación:

Donde:

$$\emptyset V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

V_n : Cortante resistente de la viga.

V_u : Cortante último amplificado.

V_c : Resistencia al cortante del concreto.

V_s : Resistencia al cortante del acero de refuerzo.

\emptyset : Factor de reducción de capacidad.

La resistencia del concreto a la cortante se determina en función a la resistencia del concreto, el ancho de la sección y el peralte efectivo, tal como sigue:

$$V_c = 0.17 * \sqrt{f'c} * b_w * d$$

La resistencia cortante del acero se determina en función de:

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s}$$

Diseño de columnas

Para el diseño de columnas, se debe asignar una cantidad específica de acero de refuerzo a cada sección según el criterio del diseñador; una recomendación inicial es

colocar el 1% de la sección transversal. Luego se debe crear un diagrama de interacción de la sección y asegurarse de que los pares formados por las fuerzas axiales y los momentos para todas las combinaciones de carga indicadas en las ecuaciones estén incluidos en el diagrama.

Análisis dinámico no lineal tiempo-historia

Para este análisis no lineal se usó las señales sísmicas de un terremoto ocurrido en nuestro país, asimismo serán escalados a un espectro $R=1$, propuesto por la E030.

Escalamiento de señales sísmicas

Los registros sísmicos de nuestro país están en unidades (cm/s^2) y para llevarlos a un espectro objetivo o también llamado escalonamiento se decidió por usar el software SEISMOSIGNAL para realizar la corrección por línea base y filtrado, y el SEÍSMO MATCH para realizar el escalamiento respecto al espectro de diseño (espectro objetivo).

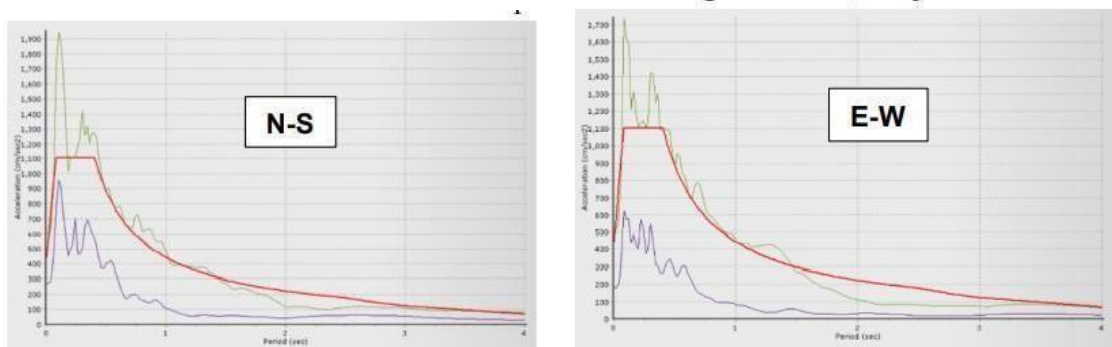


Ilustración 24: Escalamiento de sismo componente N-S y E-W.

Fuente: seismo Match

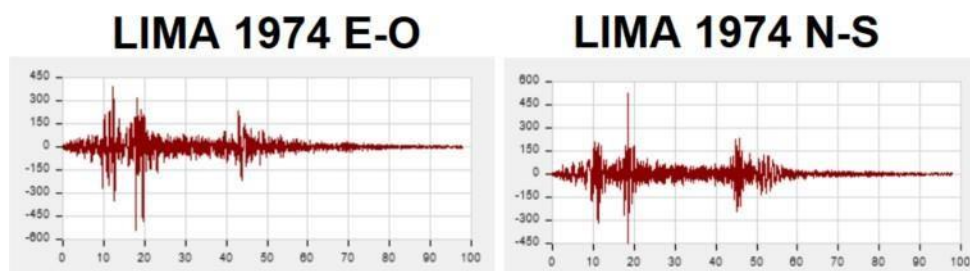


Ilustración 25: Escalamiento de sismo componente N-S y E-W.

Fuente: ETABS

Respuesta de la estructura sin disipadores.

Para analizar el registro sísmico se toma dos ejes ortogonales, por ello nuestra edificación debe ser analizada en dos casos diferentes. Para el primer caso, la componente Este-Oeste del registro sísmico actúa sobre la dirección X-X de la estructura, mientras que la componente Norte-Sur actúa sobre la dirección Y-Y. En el Caso 2, la componente Norte-Sur del registro sísmico actúa sobre la dirección X-X, mientras que la componente Este-Oeste actúa sobre la dirección Y-Y.

PISOS	Deriva R=1			
	Deriva X	¿CUMPLE?	Deriva Y	¿CUMPLE?
piso 10	0.0070	NO CUMPLE	0.007223	NO CUMPLE
piso 9	0.0080	NO CUMPLE	0.007592	NO CUMPLE
piso 8	0.0090	NO CUMPLE	0.007935	NO CUMPLE
piso 7	0.0099	NO CUMPLE	0.008206	NO CUMPLE
piso 6	0.0105	NO CUMPLE	0.008306	NO CUMPLE
piso 5	0.0109	NO CUMPLE	0.008547	NO CUMPLE
piso 4	0.0108	NO CUMPLE	0.008477	NO CUMPLE
piso 3	0.0100	NO CUMPLE	0.007867	NO CUMPLE
piso 2	0.0083	NO CUMPLE	0.006424	CUMPLE
piso 1	0.0045	CUMPLE	0.003701	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Derivas R=1 sin Disipadores.

NIVEL	DERIVAS EN ANALISIS DINAMICO TIEMPO-HISTORIA					
	ICA 2007		LIMA 1966		LIMA 1974	
	CASO1	CASO2	CASO1	CASO2	CASO1	CASO2
piso 10	0.005496	0.004856	0.006522	0.006259	0.006986	0.006727
piso 9	0.006281	0.005549	0.007478	0.006962	0.00793	0.007066
piso 8	0.007129	0.006332	0.008472	0.007613	0.008993	0.007385
piso 7	0.007909	0.007093	0.009494	0.008722	0.010015	0.007634
piso 6	0.008516	0.007715	0.010279	0.009636	0.010851	0.007734
piso 5	0.008869	0.008101	0.010729	0.01028	0.011348	0.007632
piso 4	0.008919	0.008116	0.010809	0.010387	0.011327	0.00752
piso 3	0.008469	0.007606	0.010273	0.009752	0.010566	0.006911
piso 2	0.007135	0.006295	0.008592	0.008085	0.008719	0.005579
piso 1	0.003925	0.003407	0.004618	0.004282	0.004741	0.003298

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Derivas TH sin Disipadores.

COMPARACION DE DERIVAS TH Y R=1

NIVEL	ICA 2007		LIMA 1966		LIMA 1974	
	CASO1	CASO2	CASO1	CASO2	CASO1	CASO2
piso 10	0.78057094	0.68967476	0.92628888	0.88893623	0.99218861	0.95540406
piso 9	0.78610763	0.69449312	0.9359199	0.87133917	0.99249061	0.88435544
piso 8	0.79369851	0.70496549	0.94321977	0.84758406	1.00122467	0.82219996
piso 7	0.80221118	0.71944416	0.96297799	0.8846739	1.01582311	0.77431788
piso 6	0.80989063	0.73371374	0.97755587	0.91640514	1.03195435	0.73552068
piso 5	0.8171934	0.74642956	0.98857459	0.94720354	1.04560951	0.7032157
piso 4	0.82967442	0.75497674	1.00548837	0.96623256	1.05367442	0.69953488
piso 3	0.84529394	0.7591576	1.02535183	0.97335063	1.05459627	0.6897894
piso 2	0.86129889	0.7598986	1.03718011	0.97597779	1.05251086	0.67346692
piso 1	0.87474928	0.75930466	1.02919545	0.95431246	1.05660798	0.73501226

Análisis de los disipadores de fluido viscoso

Deriva objetivo

Debido a que es de concreto armado y tiene diez niveles, la estructura tiene una clasificación C2H según la tabla. Según la metodología HAZUS para esta clasificación, se debe llegar han una deriva máxima de 5.00‰ y la E030 a 7.00‰ para presentar un daño moderado a la estructura.

Table 3.1: Building Structure (Model Building) Types

No.	Label	Description	Height			
			Range		Typical	
			Name	Stories	Stories	Feet
1	W1	Wood, Light Frame ($\leq 5,000$ sq. ft.)		1 - 2	1	14
2	W2			All	2	24
3	S1L	Steel Moment Frame	Low-Rise	1 - 3	2	24
4	S1M		Mid-Rise	4 - 7	5	60
5	S1H		High-Rise	8+	13	156
6	S2L	Steel Braced Frame	Low-Rise	1 - 3	2	24
7	S2M		Mid-Rise	4 - 7	5	60
8	S2H		High-Rise	8+	13	156
9	S3	Steel Light Frame		All	1	15
10	S4L	Steel Frame with Cast-in-Place Concrete Shear Walls	Low-Rise	1 - 3	2	24
11	S4M		Mid-Rise	4 - 7	5	60
12	S4H		High-Rise	8+	13	156
13	S5L	Steel Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	Low-Rise	1 - 3	2	24
14	S5M		Mid-Rise	4 - 7	5	60
15	S5H		High-Rise	8+	13	156
16	C1L	Concrete Moment Frame	Low-Rise	1 - 3	2	20
17	C1M		Mid-Rise	4 - 7	5	50
18	C1H		High-Rise	8+	12	120
19	C2L	Concrete Shear Walls	Low-Rise	1 - 3	2	20
20	C2M		Mid-Rise	4 - 7	5	50
21	C2H		High-Rise	8+	12	120
22	C3L	Concrete Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	Low-Rise	1 - 3	2	20
23	C3M		Mid-Rise	4 - 7	5	50
24	C3H		High-Rise	8+	12	120
25	PC1	Precast Concrete Tilt-Up Walls		All	1	15
26	PC2L	Precast Concrete Frames with Concrete Shear Walls	Low-Rise	1 - 3	2	20
27	PC2M		Mid-Rise	4 - 7	5	50
28	PC2H		High-Rise	8+	12	120
29	RM1L	Reinforced Masonry Bearing Walls with Wood or Metal Deck Diaphragms	Low-Rise	1-3	2	20
30	RM1M		Mid-Rise	4+	5	50

Tabla 6: Label del sistema estructural.

Fuente: Hazus

Table 5.9a Structural Fragility Curve Parameters - High-Code Seismic Design Level

Building Properties Type	Height (inches)		Interstory Drift at Threshold of Damage State				Spectral Displacement (inches)							
			Slight	Moderate	Extensive	Complete	Slight		Moderate		Extensive		Complete	
	Roof	Modal					Median	Beta	Median	Beta	Median	Beta	Median	Beta
W1	168	126	0.0040	0.0120	0.0400	0.1000	0.50	0.80	1.51	0.81	5.04	0.85	12.60	0.97
W2	288	216	0.0040	0.0120	0.0400	0.1000	0.86	0.81	2.59	0.88	8.64	0.90	21.60	0.83
S1L	288	216	0.0060	0.0120	0.0300	0.0800	1.30	0.80	2.59	0.76	6.48	0.69	17.28	0.72
S1M	720	540	0.0040	0.0080	0.0200	0.0533	2.16	0.65	4.32	0.66	10.80	0.67	28.80	0.74
S1H	1872	1123	0.0030	0.0060	0.0150	0.0400	3.37	0.64	6.74	0.64	16.85	0.65	44.93	0.67
S2L	288	216	0.0050	0.0100	0.0300	0.0800	1.08	0.81	2.16	0.89	6.48	0.94	17.28	0.83
S2M	720	540	0.0033	0.0067	0.0200	0.0533	1.80	0.67	3.60	0.67	10.80	0.68	28.80	0.79
S2H	1872	1123	0.0025	0.0050	0.0150	0.0400	2.81	0.63	5.62	0.63	16.85	0.64	44.93	0.71
S3	180	135	0.0040	0.0080	0.0240	0.0700	0.54	0.81	1.08	0.82	3.24	0.91	9.45	0.90
S4L	288	216	0.0040	0.0080	0.0240	0.0700	0.86	0.89	1.73	0.89	5.18	0.98	15.12	0.87
S4M	720	540	0.0027	0.0053	0.0160	0.0467	1.44	0.77	2.88	0.72	8.64	0.70	25.20	0.89
S4H	1872	1123	0.0020	0.0040	0.0120	0.0350	2.25	0.64	4.49	0.66	13.48	0.69	39.31	0.77
S5L														
S5M														
S5H														
C1L	240	180	0.0050	0.0100	0.0300	0.0800	0.90	0.81	1.80	0.84	5.40	0.86	14.40	0.81
C1M	600	450	0.0033	0.0067	0.0200	0.0533	1.50	0.68	3.00	0.67	9.00	0.68	24.00	0.81
C1H	1440	864	0.0025	0.0050	0.0150	0.0400	2.16	0.66	4.32	0.64	12.96	0.67	34.56	0.78
C2L	240	180	0.0040	0.0100	0.0300	0.0800	0.72	0.81	1.80	0.84	5.40	0.93	14.40	0.92
C2M	600	450	0.0027	0.0053	0.0160	0.0467	1.20	0.71	2.40	0.71	7.20	0.70	21.00	0.73
C2H	1440	864	0.0020	0.0050	0.0150	0.0400	1.73	0.68	3.46	0.65	10.37	0.66	30.24	0.75
C3L														
C3M														
C3H														
PC1	180	135	0.0040	0.0080	0.0240	0.0700	0.54	0.76	1.08	0.86	3.24	0.88	9.45	0.99
PC2L	240	180	0.0040	0.0080	0.0240	0.0700	0.72	0.84	1.44	0.88	4.32	0.98	12.60	0.94
PC2M	600	450	0.0027	0.0053	0.0160	0.0467	1.20	0.77	2.40	0.81	7.20	0.70	21.00	0.82
PC2H	1440	864	0.0020	0.0040	0.0120	0.0350	1.73	0.64	3.46	0.66	10.37	0.68	30.24	0.81
RM1L	240	180	0.0040	0.0080	0.0240	0.0700	0.72	0.84	1.44	0.86	4.32	0.92	12.60	1.01
RM1M	600	450	0.0027	0.0053	0.0160	0.0467	1.20	0.71	2.40	0.81	7.20	0.76	21.00	0.75
RM2L	240	180	0.0040	0.0080	0.0240	0.0700	0.72	0.80	1.44	0.81	4.32	0.91	12.60	0.98
RM2M	600	450	0.0027	0.0053	0.0160	0.0467	1.20	0.71	2.40	0.79	7.20	0.70	21.00	0.73
RM2H	1440	864	0.0020	0.0040	0.0120	0.0350	1.73	0.66	3.46	0.65	10.37	0.66	30.24	0.72
URML														
URMM														
MH	120	120	0.0040	0.0080	0.0240	0.0700	0.48	0.91	0.96	1.00	2.88	1.03	8.40	0.92

Tabla 7: Label de deriva objetivo.

Fuente: Hazus

Factor de reducción de respuesta (B)

Es importante realizar el cálculo del factor de reducción de respuesta ya que la deriva máxima obtenida en la dirección X es de 5.95% y 7.77% para la dirección Y.

$$B_X = 1.4963; B_Y = 1.768$$

$$B_X = \frac{D_{max}}{D_{obj.}}$$

$$B_X = 1.833$$

Amortiguamiento Efectivo

Para calcular el amortiguamiento efectivo se extrae de la tabla del ASCE 7-16, si no tienes el valor exacto se hace una interpolación.

Table 18.7-1 Damping Coefficient, B_{V+I} , B_{1D} , B_{1E} , B_R , B_{1M} , B_{mD} , B_{mM} (Where Period of the Structure $\geq T_0$)

Effective Damping, β (percentage of critical)	B_{V+I} , B_{1D} , B_{1E} , B_R , B_{1M} , B_{mD} , B_{mM} (where period of the structure $\geq T_0$)
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.8
40	2.1
50	2.4
60	2.7
70	3.0
80	3.3
90	3.6
≥ 100	4.0

Tabla 8: Coeficiente de amortiguamiento.

Fuente: ASCE 7-16

Amortiguamiento viscoso

El amortiguamiento viscoso objetivo es la diferencia del amortiguamiento efectivo menos el amortiguamiento de la estructura.

Ubicación de los dispositivos de amortiguación

La norma ASCE 7-10 nos dice que como mínimo debe haber dos dispositivos por dirección, en mi estructura he considerado cinco dispositivos en la dirección X-X y tres en Y-Y.

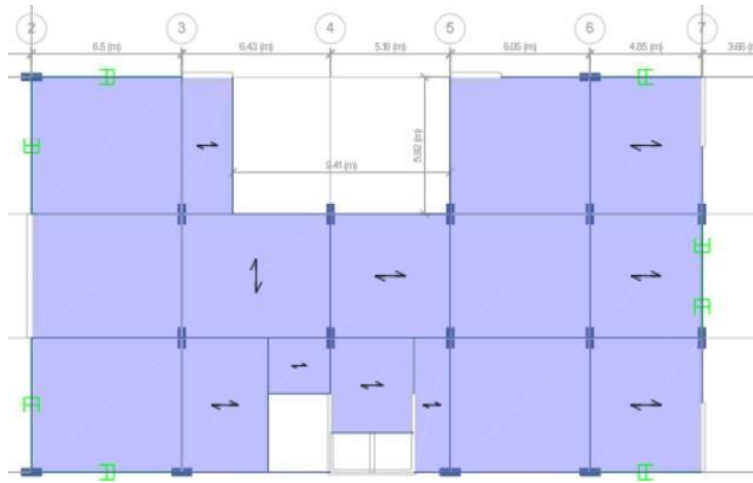


Ilustración 26: Ubicación de los disipadores de fluido viscoso en planta.
 Fuente: Elaboración propia

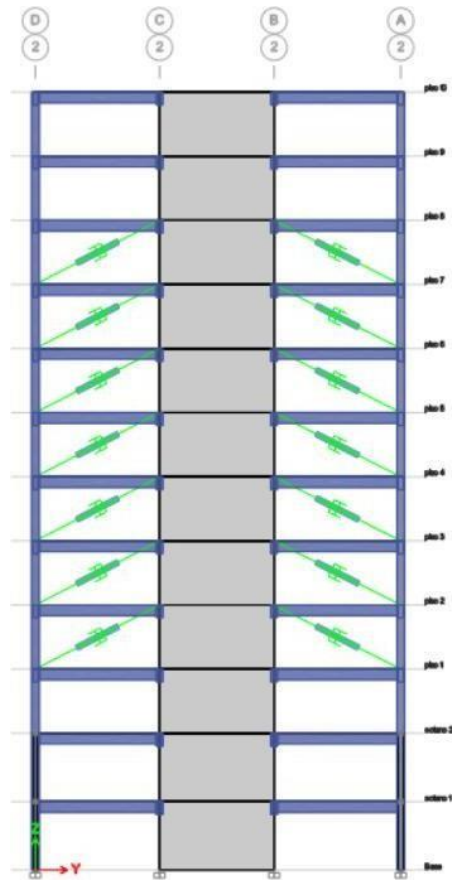


Ilustración 27: Ubicación de los disipadores de fluido viscoso en la dirección X-X Y-Y.

Fuente: Elaboración propia

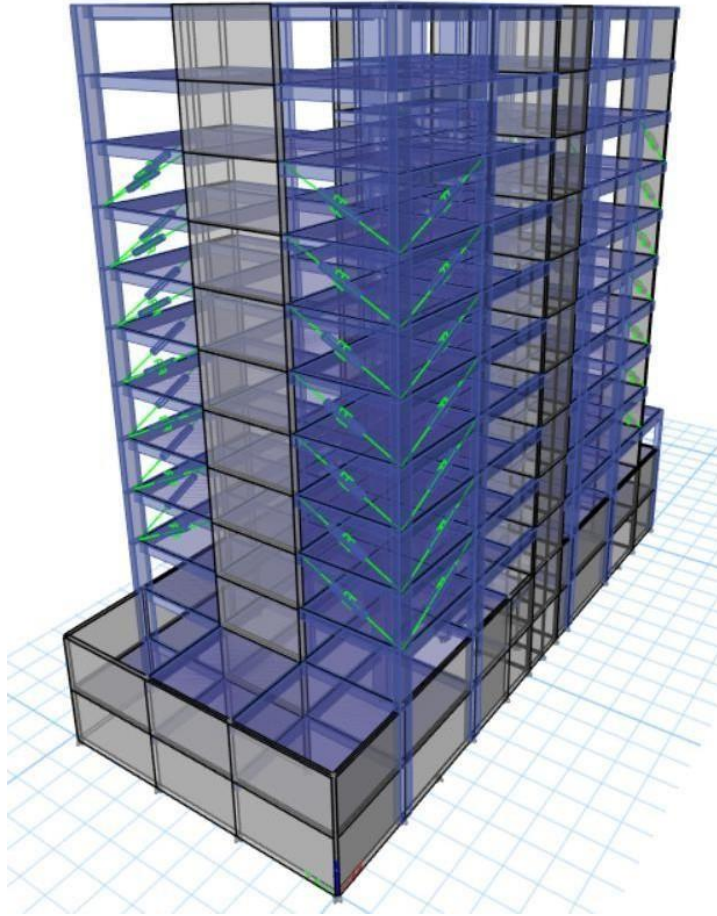


Ilustración 28: Ubicación de los disipadores de fluido viscoso vista tridimensional.

Fuente: Elaboración propia

Estimación del coeficiente (C)

El primer paso es la determinación del exponente de velocidad " α ". Por ser dispositivos no lineales, se supone que $\alpha=0.5$. Los disipadores han demostrado un buen comportamiento experimentalmente con este valor para el diseño de edificaciones. Luego se determina el parámetro lambda.

$$C_j = \frac{Bv \cdot 2\pi \cdot A^{1-\alpha} \cdot w^{2-\alpha} \cdot \sum_i m_j \cdot \varphi_i^2}{\lambda \cdot \sum_j \varphi_{rj}^{1+\alpha} \cdot \cos^{1+\alpha\theta_j}}$$

Ilustración 29: Ecuación del coeficiente de amortiguamiento.

Fuente. Elaboración propia

sub indice j: Disipador

Sub indice i: Numero del nivel

Bh: amortiguamiento viscoso de la estructura

cj: coeficiente de amortiguamiento del disipador

mi: masa del nivel i

Θj: angulo de inclinacion del disipador

φj: Desplazamiento modal en el nivel i del primer modo de vibracion

φrj: desplazamiento modal relativo entre ambos extremos del disipador en la direccion

A: Amplitud del desplazamiento del modo fundamental

Parámetro lambda (λ)

El FEMA 274 facilita el valor de lambda relacionándolo con el exponente “ α ”. Por lo que (λ) toma un valor de 3.5.

Exponent α	Parameter λ
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.1
1.25	3.0
1.50	2.9
1.75	2.8
2.00	2.7

Tabla 9: coeficiente lambda y alfa.

Fuente: FEMA 274

Cálculo para coeficiente de amortiguamiento en la dirección X-X

PISO	MASA (Tn)	COS θ	$\text{COS}\theta^{(1+\alpha)} * \phi_{rj}^{(1+\alpha)}$	$m * \phi^2$	$m * \phi_i$
10	374.4693801	0.9080	0.0187	374.4693801	374.46938
9	420.7884723	0.9080	0.0227	358.1062109	388.18419
8	420.7884723	0.9080	0.0274	292.8377781	351.030998
7	420.7884723	0.9080	0.0320	226.7460549	308.888533
6	420.7884723	0.9080	0.0357	163.3151837	262.147185
5	420.7884723	0.9080	0.0377	106.6990037	211.890799
4	420.7884723	0.9080	0.0371	60.70579646	159.825841
3	420.7884723	0.9080	0.0331	27.87064839	108.294264
2	420.7884723	0.9080	0.0247	8.690395593	60.4716321
1	530.1418176	0.9080	0.0098	1.341212998	26.6652039

Tabla 10: Vectores propios.

Fuente: Elaboración propia

PISO	ϕ_i	ϕ_{rj}
10	0.000028074	1.000000
9	0.000025899	0.922516
8	0.000023420	0.834222
7	0.000020609	0.734071
6	0.000017490	0.622990
5	0.000014137	0.503557
4	0.000010663	0.379825
3	0.000007225	0.257360
2	0.000004035	0.143710
1	0.000001412	0.050298

Tabla 11: Cálculos para el coeficiente de amortiguamiento.

Fuente: Elaboración propia

$\alpha=$	0.5	
beff	41.11111111	%
binh	5	%
BH	36.11	%
t	0.93	seg
$w^{(2-\alpha)}$	17.56084379	
$A^{(1-\alpha)}$	0.411633894	
λ	3.5	

$\Sigma C=$	27235	KN(s/m)
# DISIPADORES POR PISO	4	
C(Coef. Amortiguamiento)	6809	

Tabla 12: Coeficiente de amortiguamiento.

Fuente: elaboración propia

Cálculo para coeficiente de amortiguamiento en la dirección Y-Y

PISO	MASA (Tn)	COS θ	$\text{COS}\theta^{(1+\alpha)} * \phi r_j^{(1+\alpha)}$	$m * \phi^2$	$m * \phi i$
10	321.7274847	0.9079	0.0339	321.7274847	321.72748
9	434.701701	0.9079	0.0185	340.1733725	384.54381
8	434.701701	0.9079	0.0339	283.5849854	351.10522
7	434.701701	0.9079	0.0185	208.3481526	300.94733
6	434.701701	0.9079	0.0339	164.6207625	267.50874
5	434.701701	0.9079	0.0339	108.6754253	217.35085
4	434.701701	0.9079	0.0522	64.30498536	167.19296
3	434.701701	0.9079	0.0185	23.14979473	100.31578
2	434.701701	0.9079	0.0339	10.28879766	66.877185
1	578.3880843	0.9079	0.0065	0.855603675	22.245696

Tabla 13: Vectores propios

Fuente: Elaboración propia

PISO	Vectores propios	ϕ_i	ϕ_{rj}
10		0.112317	1.000000
9		0.101293	0.901849
8		0.089597	0.797715
7		0.077255	0.687830
6		0.064394	0.573324
5		0.051286	0.456618
4		0.038324	0.341213
3		0.026012	0.231595
2		0.01497	0.133283
1		0.005957	0.053037
SOTA2		0.000408	0.003633
SOTA1		0.000105	0.000935

Tabla 14: Cálculos para el coeficiente de amortiguamiento.

Fuente: Elaboración propia

$\alpha=$	0.5	
beff	27.17	%
binh	5	%
BH	22.17	%
t	0.745	seg
$w^{(2-\alpha)}$	24.49	
$A^{(1-\alpha)}$	0.42	
λ	3.5	

$\Sigma C=$	22053.62	KN(s/m)
# DISIPADORES POR PISO	4.00	
C(Coef. Amortiguamiento)	5513.41	

Tabla 15: Coeficiente de amortiguamiento.

Fuente: Elaboración propia

Section	Property Name	Value	Unit
Identification	Property Name	DFV X	
	Direction	U1	
	Type	Damper - Exponential	
	NonLinear	Yes	
Linear Properties	Effective Stiffness	0	kN/m
	Effective Damping	0	kN-s/m
Nonlinear Properties	Stiffness	410034.3	kN/m
	Damping	5513.41	kN*(s/m) ^{Cexp}
	Damping Exponent	0.5	
	Fixed Length Damper	<input type="checkbox"/>	
Extender Properties	Damper Length		
	Modulus of Elasticity		
	Cross Sectional Area		

Tabla 16: Coeficiente en el software.
Fuente: Elaboración propia

Análisis de los Disipadores Adas

Hallamos las cortantes que actúan en los disipadores, para ello se modela una plancha metálica actuando esta como disipador ADAS.

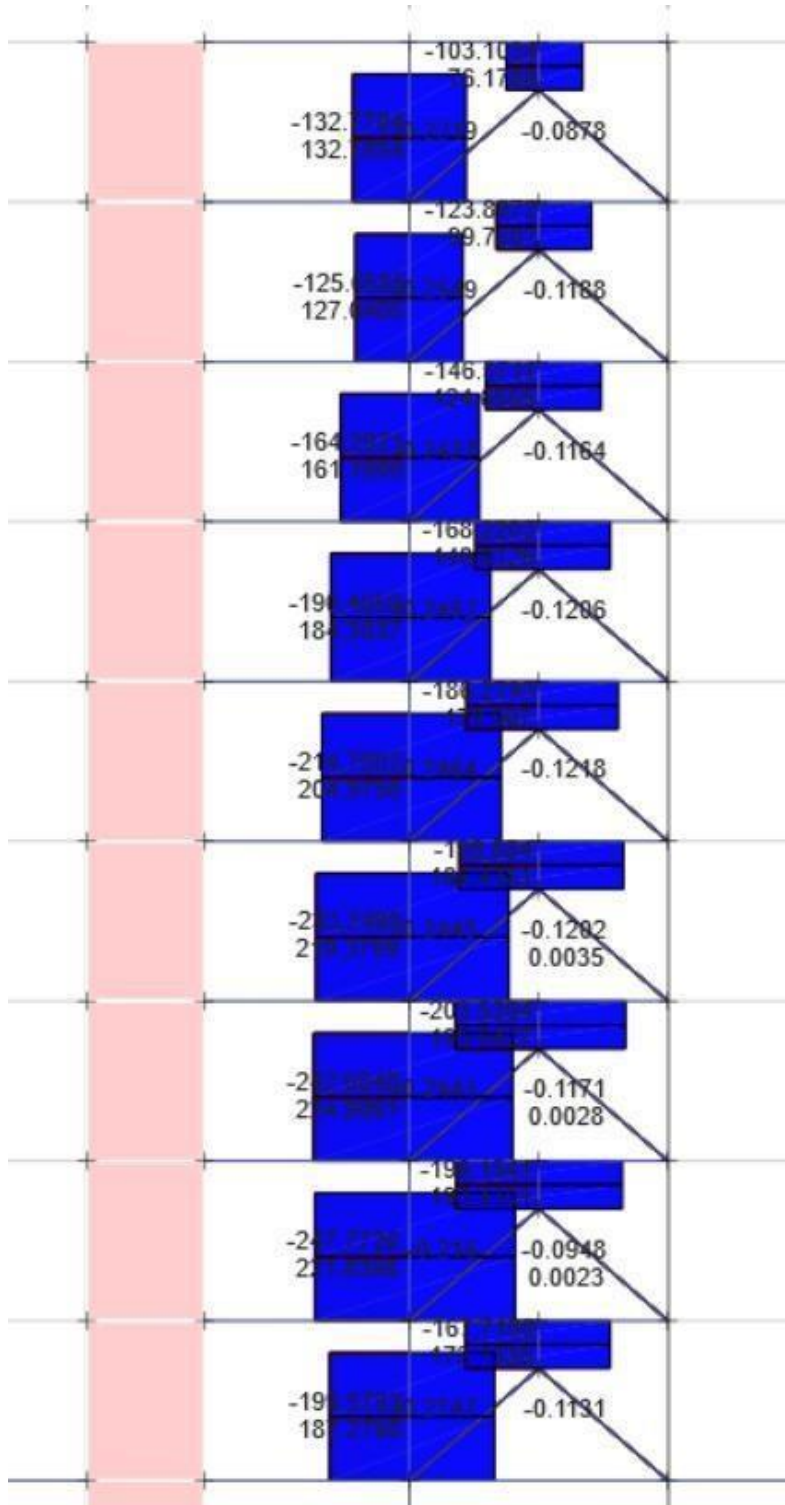


Ilustración 30: Cortante en los disipadores ADAS.
Fuente: Elaboración propia

EJE X		EJE Y	
PISOS	CORTANTE MAXIMO (KN)	PISOS	CORTANTE MAXIMO (KN)
10	174	10	194
9	185	9	175
8	191	8	201
7	204	7	224
6	216	6	231
5	224.75	5	238.67
4	214	4	220
3	206	3	214
2	187	2	188
224.75		238.67	

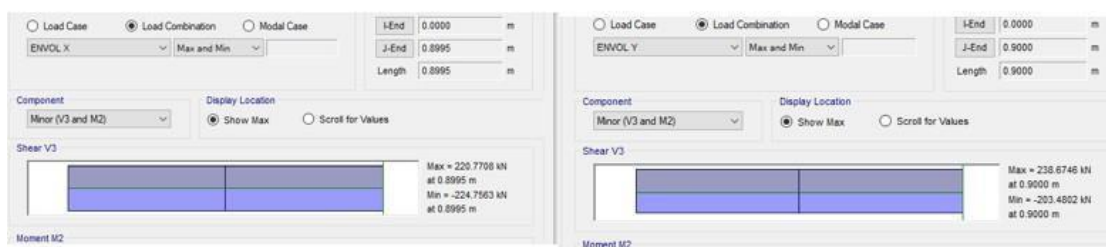


Ilustración 31: Cortantes en los disipadores ADAS.

Fuente: Elaboración propia

PROPIEDADES MECANICAS DEL MATERIAL

$$F_y = 253000 \text{ KN/m}^2$$

$$V_b = 215.87333 \text{ KN}$$

$$E = 210000000 \text{ KN/m}^2$$

$$\alpha = 0.05$$

$$B = 0.25$$

Diimensiones del disipador ADAS

$$h = 0.3 \text{ m}$$

$$b = 0.15 \text{ m}$$

$$t = 0.025 \text{ m}$$

.proceso analítico de diseño del ADAS

Fy1=	26.35417 kN	Fuerza de fluencia para una plancha	$F_{y1} := \frac{f_y \cdot b \cdot t^2}{3 \cdot h} =$
Vb=	224.75 kN		
Nmin=	8.528063	Cantidad minima de planchas	$n_{min} := \frac{V_y}{F_{y1}} =$
nf=	10	Numero final de planchas	
Fy=	263.5417 kN	Fuerza de fluencia en todo el disipador	$F_y := n_f \cdot F_{y1} =$
$\Delta y =$	0.002169 m	Desplazamiento de fluencia	$\Delta_y := \frac{f_y \cdot h^2}{2 \cdot E \cdot t} =$
K1=	121527.8 kN/m	Rigidez elastica del ADAS	$K_1 := \frac{2 \cdot n_f \cdot E \cdot b \cdot t^3}{3 \cdot h^3} =$
Fu=	395.3125 kN	Fuerza ultima del disipador	$F_u := n_f \cdot \frac{f_y \cdot b \cdot t^2}{2 \cdot h} =$
k2=	6076.389 kN/m	Rigidez post fluencia del disipador	$K_2 := \alpha_1 \cdot K_1 = 4861.11 \frac{kN}{m}$
k2=	6076.3889 kN/m	Rigidez post fluencia del disipador	$K_2 := \alpha_1 \cdot K_1 = 4861.11 \frac{kN}{m}$
$\Delta u =$	0.0238543	Desplazamientos ultimo	$\Delta_u := \Delta_y + \frac{F_u - F_y}{K_2} =$
$\mu =$	11	Ductilidad del ADAS	$\mu := \frac{\Delta_u}{\Delta_y} =$
Kef=	16571.97 kN/m	Rigidez efectiva del disipador	$K_{ef} := \frac{K_1 + K_2 \cdot (\mu - 1)}{\mu} =$
Qd=	250.36458 kN	Fuerza de resistencia caracteristica	$Q_d := F_y - (K_2 \cdot \Delta_y) =$
Ed=	21.717339 kN.m	Energia disipada en un ciclo completo	$E_d := 4 \cdot Q_d \cdot (\Delta_u - \Delta_y) =$
Es=	4.7149487 kN.m	Energia de deformacion maxima	$E_s := \frac{1}{2} \cdot K_{ef} \cdot \Delta_u^2 =$
Bef=	0.3665387	Amortiguamiento efectivo ADAS	$\beta_{ef} := \frac{E_d}{4 \cdot \pi \cdot E_s} =$
Binh=	0.05	Amortiguamiento inherente al hormigon	
Bt=	0.4165387	Amortiguamiento total	$\beta_t := \beta_{ef} + \beta_{inh} =$
BmD=	2.1129827	coeficiente de reduccion por amortiguamiento	$B_{mD} := \frac{2.31 - 0.41 \cdot \ln(\beta_{inh} \cdot 100)}{2.31 - 0.41 \cdot \ln(\beta_t \cdot 100)}$

Proceso Analítico de diseño del brazo metálico

Kbramin=	486111.11 kN/m	Rigidez mínima del brazo metálico	$K_{brmin} := \frac{K_1}{\beta}$
L=	4.45		
Ldiag.=	3.56	Long. Diagonales el 80% de la long total	
Adiag min=	0.0082407 m ²		
Adiag min=	82.407407 cm ²	Area mínima del brazo metálico	$A_{br} := \left(\frac{\pi \cdot d_{br}^2}{4} \right) - \left(\frac{\pi \cdot (d_{br} - e_{br})^2}{4} \right)$
dbr=	0.25 m	Diametro del brazo a elegir	
ebr=	0.02 m	espesor del brazo metálico	
Abr=	0.0075398 m ²		
Abr=	75.398224 cm ²	Area final del brazo	
Kbr=	444764.8 kN/m	Rigidez final del brazo metálico	$K_{br} := \frac{E \cdot A_{br}}{L_{diag}}$
θ=	42.27	angulo del chevron	
Keq=	215112.87 Kn/m	Rigidez equivalente contraviento- disipador axil	$K_{eq} := \frac{K_{br} \cdot K_{ef}}{K_{ef} + 2 \cdot \cos(\theta)^2 \cdot K_{br}}$
kx=	8556.8482 kN/m	Rigidez en X	

parametros a ingresar al software

k1=	121527.8 kN/m	Rigidez elastica
α=	0.05	Ratio de rigidez inelastica respecto a la elastica
Fy=	263.5417 Kn	Fuerza de fluencia del disipador ADAS
r=	2	Exponente de transicion de la fluencia

$$\alpha := \frac{K_2}{K_1}$$

Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name: ADAS X

Direction: U2

Type: Plastic (Wen)

NonLinear: Yes

Linear Properties

Effective Stiffness: 121527.78 kN/m

Effective Damping: 0 kNs/m

Shear Deformation Location

Distance from End-J: 0.75 m

Nonlinear Properties

Stiffness: 121527.78 kN/m

Yield Strength: 263.54 kN

Post Yield Stiffness Ratio: 0.05

Yielding Exponent: 2

OK Cancel

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 32: Procedimiento de cálculo para el disipador ADAS en la dirección X-X.

PROPIEDADES MECANICAS DEL MATERIAL

F_y =	253000 KN/m ²
V_b =	203.42 KN
E =	2.1E+08 KN/m ²
α =	0.05
B =	0.25

Dimensiones del disipador ADAS

h =	0.3 m
b =	0.15 m
t =	0.025 m

.proceso analítico de diseño del ADAS

Fy1=	26.35417 KN	Fuerza de fluencia para una plancha	$F_{y1} := \frac{f_y \cdot b \cdot t^2}{3 \cdot h} =$
Vb=	238.67 kN		
Nmin=	9.056253	Cantidad minima de planchas	$n_{min} := \frac{V_y}{F_{y1}} =$
nf=	9	Numero final de planchas	
Fy=	237.1875 KN	Fuerza de fluencia en todo el disipador	$F_y := n_f \cdot F_{y1} =$
Δ_y =	0.002169 m	Desplazamiento de fluencia	$\Delta_y := \frac{f_y \cdot h^2}{2 \cdot E \cdot t} =$
K1=	109375 KN/m2	Rigidez elastica del ADAS	$K_1 := \frac{2 \cdot n_f \cdot E \cdot b \cdot t^3}{3 \cdot h^3} =$
Fu=	355.7813 kN	Fuerza ultima del disipador	$F_u := n_f \cdot \frac{f_y \cdot b \cdot t^2}{2 \cdot h} =$
k2=	5468.75 kN/m	Rigidez post fluencia del disipador	$K_2 := \alpha_1 \cdot K_1 = 4861.11 \frac{kN}{m}$
Δ_u =	0.023854	Desplazamientos ultimo	$\Delta_u := \Delta_y + \frac{F_u - F_y}{K_2} =$
μ =	11	Ductilidad del ADAS	$\mu := \frac{\Delta_u}{\Delta_y} =$
Kef=	14914.77 KN/m	Rigidez efectiva del disipador	$K_{ef} := \frac{K_1 + K_2 \cdot (\mu - 1)}{\mu} =$
Qd=	225.3281 kN	Fuerza de resistencia caracteristica	$Q_d := F_y - (K_2 \cdot \Delta_y) =$
Ed=	19.54561 KN.m	Energia disipada en un ciclo completo	$E_d := 4 \cdot Q_d \cdot (\Delta_u - \Delta_y) =$
Es=	4.243454 kN.m	Energia de deformacion maxima	$E_s := \frac{1}{2} \cdot K_{ef} \cdot \Delta_u^2 =$
Bef=	0.366539	Amortiguamiento efectivo ADAS	$\beta_{ef} := \frac{E_d}{4 \cdot \pi \cdot E_s} =$
Binh=	0.05	Amortiguamiento inherente al hormigon	
Bt=	0.416539	Amortiguamiento total	$\beta_t := \beta_{ef} + \beta_{inh} =$
BmD=	2.112983	coeficiente de reduccion por amortiguamiento	$B_{mD} := \frac{2.31 - 0.41 \cdot \ln(\beta_{inh} \cdot 100)}{2.31 - 0.41 \cdot \ln(\beta_t \cdot 100)}$

Proceso Analítico de diseño del brazo metálico

Kbramin=	437500 kN/m	Rigidez mínima del brazo metálico
L=	4.45	
Ldiag.=	3.56	Long. Diagonales el 80% de la long total

$$K_{brmin} := \frac{K_1}{\beta}$$

Adiag min=	0.007417 m ²	
Adiag min=	74.16667 cm ²	Area mínima del brazo metálico

$$A_{br} := \left(\frac{\pi \cdot d_{br}^2}{4} \right) - \left(\frac{\pi \cdot (d_{br} - e_{br})^2}{4} \right) :$$

dbr=	0.3 m	Diametro del brazo a elegir
ebr=	0.02 m	espesor del brazo metálico

Abr=	0.009111 m ²	CUMPLE
Abr=	91.10619 cm ²	Area final del brazo

Kbr=	537424.1 kN/m	Rigidez final del brazo metálico
------	---------------	----------------------------------

$$K_{br} := \frac{E \cdot A_{br}}{L_{diag}}$$

Θ=	42.27	angulo del chevron
----	-------	--------------------

Keq=	220859 Kn/m	Rigidez equivalente contraviento- disipador axil
------	-------------	--

$$K_{eq} := \frac{K_{br} \cdot K_{ef}}{K_{ef} + 2 \cdot \cos(\theta)^2 \cdot K_{br}}$$

kY=	8785.42 kN/m	Rigidez en Y
-----	--------------	--------------

parametros a ingresar al software

k1= 109375 kN/m

Rigidez elastica

α= 0.05

Ratio de rigidez inelastica respecto a la elastica

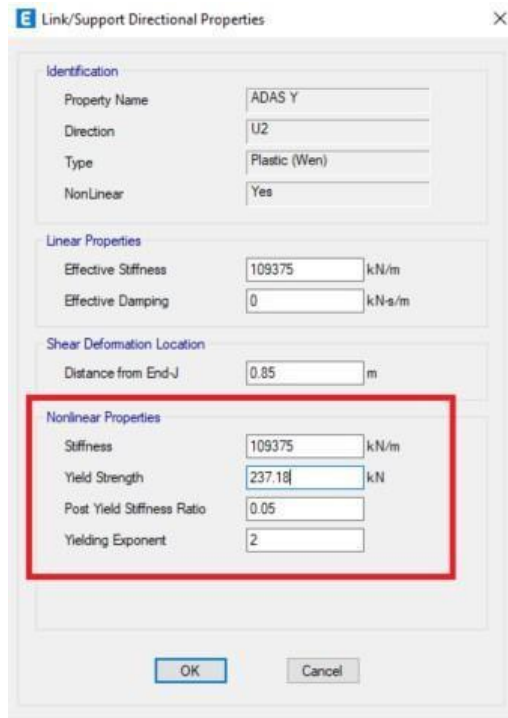
Fy= 237.1875 Kn

Fuerza de fluencia del disipador ADAS

r= 2

Exponente de transicion de la fluencia

$$\alpha := \frac{K_2}{K_1}$$



Fuente: Elaboración propio

Ilustración 33: Procedimiento de cálculo para el disipador ADAS en la dirección Y-Y.

Fuente: Elaboración propia

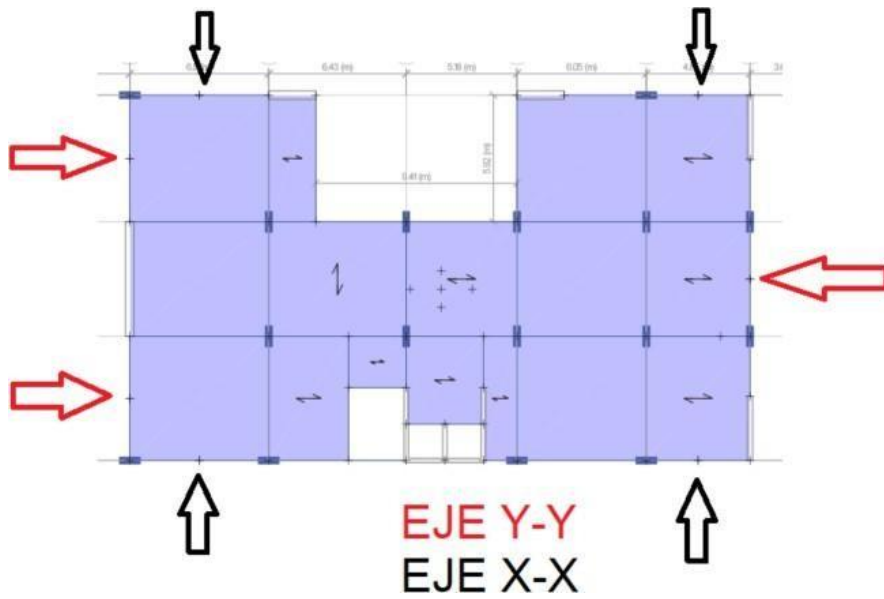


Ilustración 34: Disipadores ADAS vista en planta.

Fuente: Elaboración propia

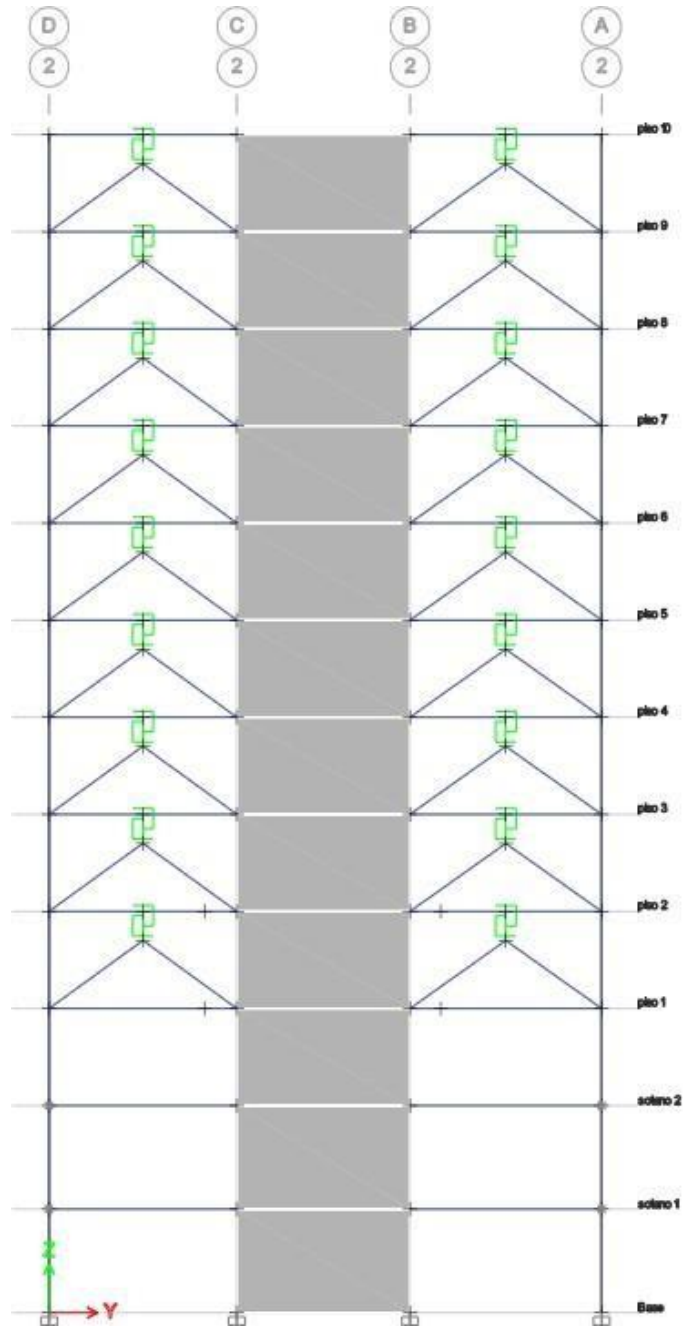


Ilustración 35: Disipadores ADAS vista en elevación.

Fuente: Elaboración propia

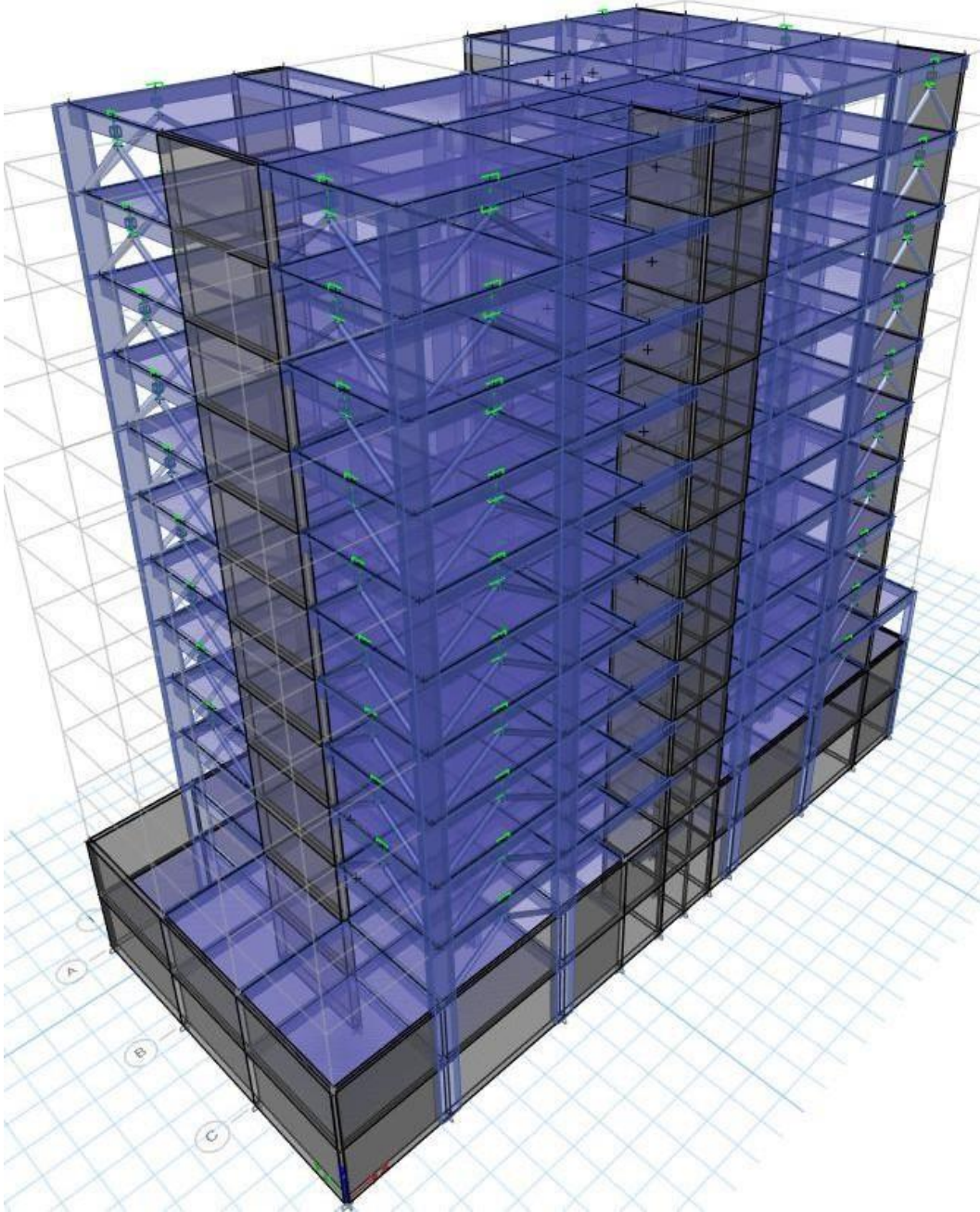


Ilustración 36: Disipadores ADAS vista 3D.

Fuente: Elaboración propia

ESFUERZOS EN LA SUPER ESTRUCTURA

Tenemos la envolvente en la estructura tradicional, para obtener estos diagramas se hizo una serie de combinaciones dadas por nuestra norma de diseño la cual es la E060

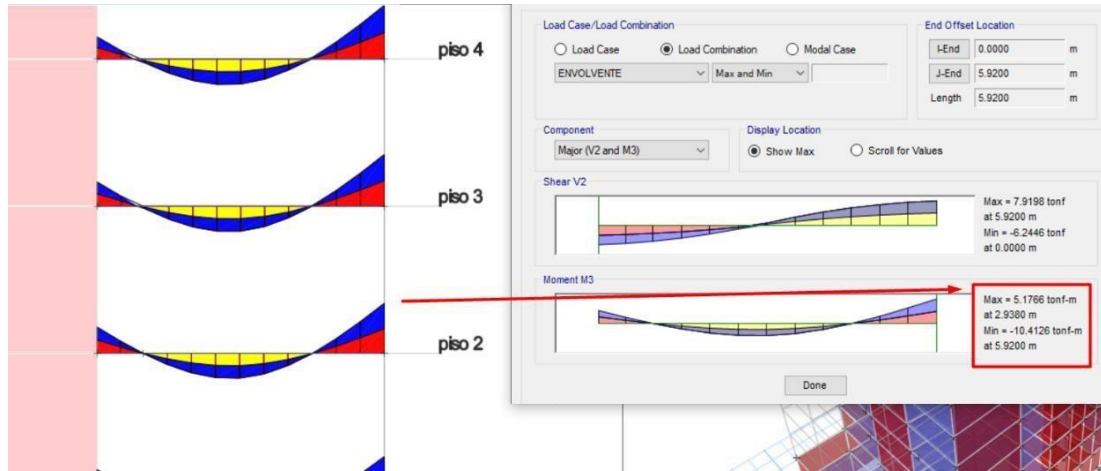


Ilustración 37: envolvente de momentos.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo tenemos la estructura con disipador ADAS, la cual podemos visualizar que presenta una concentración de esfuerzos en la parte central, para este caso se refuerza la viga con una abrazadera metálica con pernos de anclaje para que cuando se presente un evento sísmico el disipador trabaje correctamente

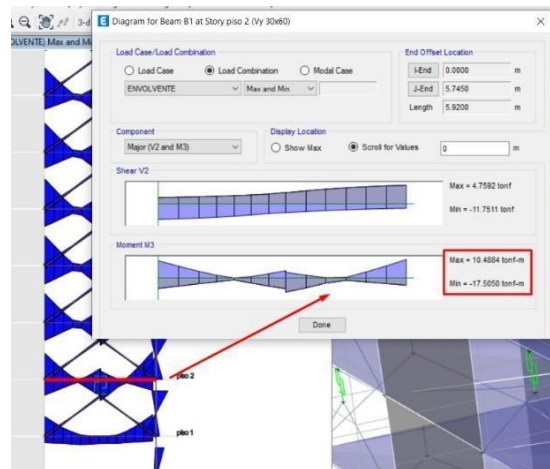


Ilustración 38: envolvente en estructura con disipador ADAS.

Fuente: Elaboración propia

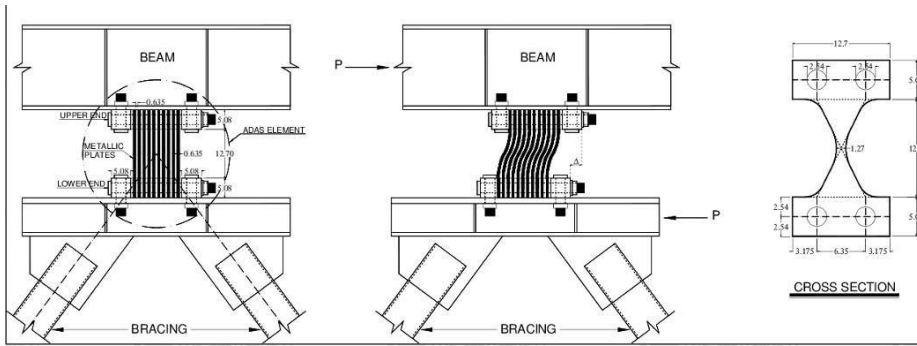


Ilustración 39: detalle de dissipador ADAS.

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 40: dissipador ADAS.

Fuente: Elaboración propia

Estructura con disipador de fluido viscoso, para este caso se puso el disipador en diagonal simple, por ende, los esfuerzos son similares a una viga tradicional, con la diferencia que se tiene que reforzar adecuadamente los nudos donde va la cartela para que se pueda instalar el disipador

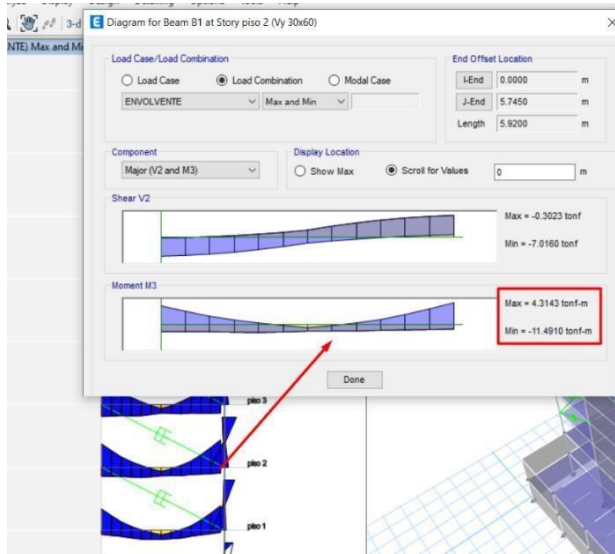


Ilustración 41: envolvente en estructura con disipador DFV

Fuente: Elaboración propia

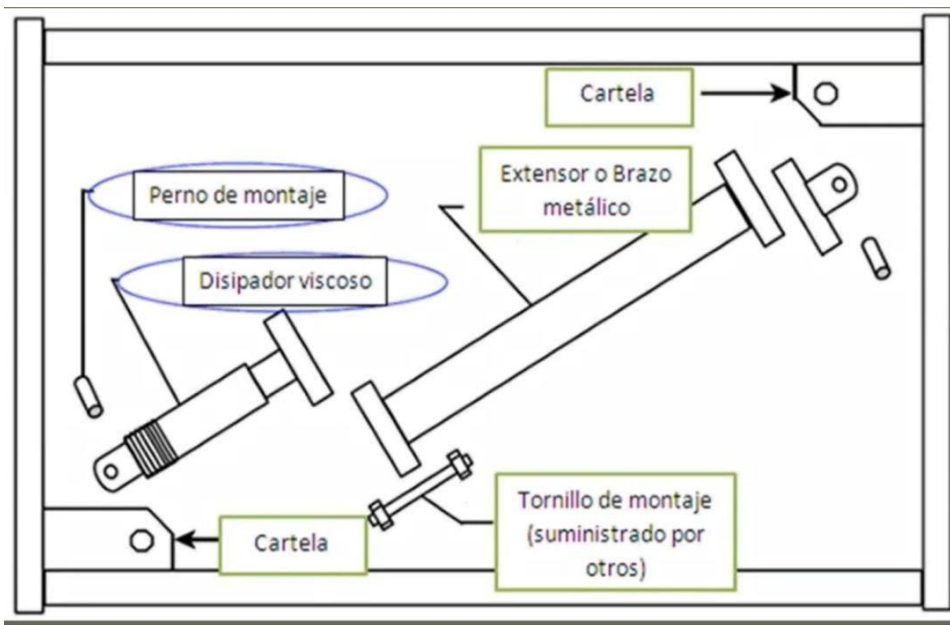
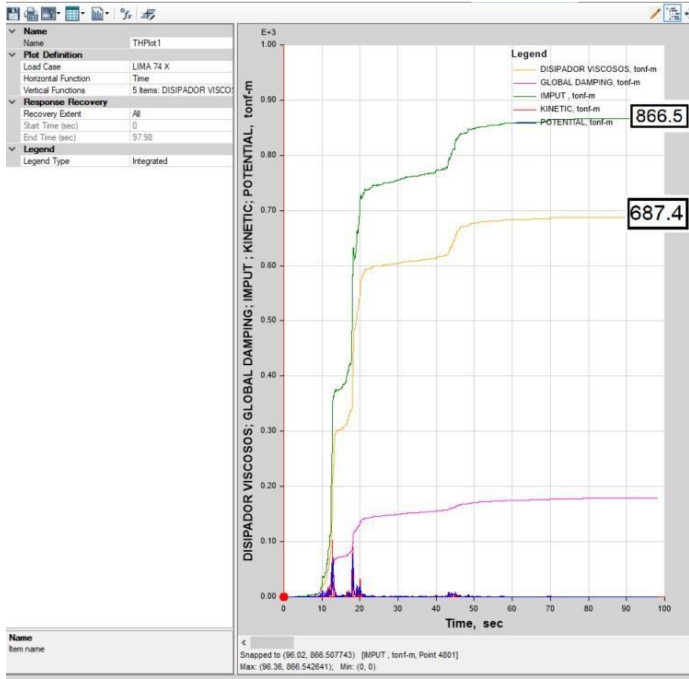


Ilustración 42: Detalle constructivo de disipador DFV

Fuente: Elaboración propia

Resultados y discusión

Energía en los disipadores de fluido viscoso y ADAS

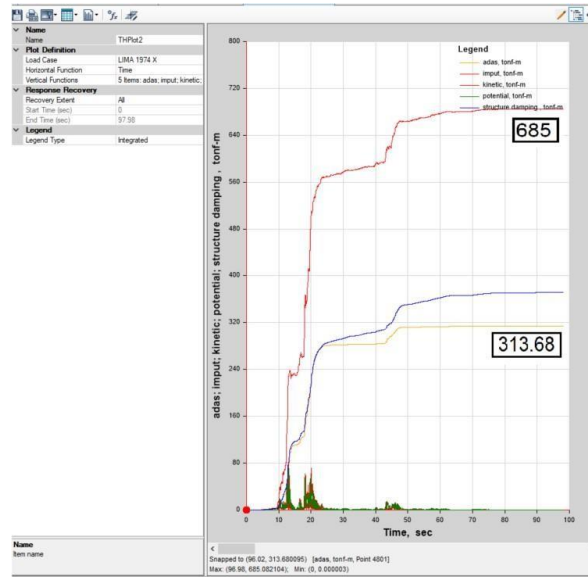


$$\text{Energía} = \frac{687.4}{866.5}$$

$$\text{Energía} = 79.3\%$$

Ilustración 43: Energía en disipador de Fluido viscoso.

Fuente: Elaboración propia



$$\text{Energía} = \frac{313.68}{685}$$

$$\text{Energía} = 45.79\%$$

Ilustración 44: Energía en disipador ADAS.

Fuente: Elaboración propia

La torsión en la edificación se verifica con las irregularidades en planta según la tabla N°9 de la E030 del RNE.

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_t
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75

Ilustración 45: Irregularidad torsional.

Fuente: Norma E030.

Story	TABLA DE COMPARACION DE TORSION- RATIOS					
	TRADICIONAL		ADAS		DFV	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
piso 10	1.138	1.403	1.037	1.25	1.129	1.191
piso 9	1.136	1.382	1.043	1.166	1.125	1.153
piso 8	1.133	1.364	1.053	1.201	1.128	1.122
piso 7	1.131	1.346	1.061	1.233	1.131	1.097
piso 6	1.128	1.329	1.068	1.262	1.134	1.078
piso 5	1.124	1.312	1.075	1.287	1.135	1.062
piso 4	1.12	1.296	1.08	1.29	1.134	1.047
piso 3	1.114	1.279	1.082	1.21	1.128	1.035
piso 2	1.108	1.262	1.079	1.16	1.114	1.039
piso 1	1.106	1.29	1.062	1.09	1.086	1.143

Tabla 17: Ratios de la estructura

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo del análisis lineal es cumplir con las distorsiones entre piso o llamadas derivas.

Artículo 32.- Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta Tabla.

Tabla 18: Deriva máxima.

Fuente: E030

Tabla 18: irregularidades torsionales en ambas estructuras.

PISOS	COMBINACION	DERIVA	E030
piso 10	Deriva X	0.0061	CUMPLE
piso 9	Deriva X	0.0062	CUMPLE
piso 8	Deriva X	0.0063	CUMPLE
piso 7	Deriva X	0.0063	CUMPLE
piso 6	Deriva X	0.0061	CUMPLE
piso 5	Deriva X	0.0058	CUMPLE
piso 4	Deriva X	0.0052	CUMPLE
piso 3	Deriva X	0.0045	CUMPLE
piso 2	Deriva X	0.0035	CUMPLE
piso 1	Deriva X	0.0021	CUMPLE

PISOS	COMBINACION	DERIVA	E030
piso 10	Deriva Y	0.005979	CUMPLE
piso 9	Deriva Y	0.006285	CUMPLE
piso 8	Deriva Y	0.006575	CUMPLE
piso 7	Deriva Y	0.006798	CUMPLE
piso 6	Deriva Y	0.00688	CUMPLE
piso 5	Deriva Y	0.006762	CUMPLE
piso 4	Deriva Y	0.006384	CUMPLE
piso 3	Deriva Y	0.005678	CUMPLE
piso 2	Deriva Y	0.004582	CUMPLE
piso 1	Deriva Y	0.002912	CUMPLE

Tabla 19: Deriva máximas en dirección X-X.

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

Comparación de derivas con disipadores de energía

THX			
PISOS	TRADICIONAL	ADAS	REDUCCION
PISO 10	0.007	0.005	31.94 %
PISO 9	0.008	0.005	31.84 %
PISO 8	0.009	0.006	32.78 %
PISO 7	0.010	0.006	35.16 %
PISO 6	0.011	0.007	38.55 %
PISO 5	0.011	0.007	38.64 %
PISO 4	0.011	0.007	40.26 %
PISO 3	0.011	0.006	41.74 %
PISO 2	0.009	0.005	41.30 %

THY			
PISOS	RADICIONAL	ADAS	REDUCCION
PISO 10	0.007	0.005	24.81 %
PISO 9	0.007	0.005	24.26 %
PISO 8	0.007	0.006	23.03 %
PISO 7	0.007	0.006	21.67 %
PISO 6	0.008	0.006	19.16 %
PISO 5	0.008	0.007	16.32 %
PISO 4	0.008	0.007	14.09 %
PISO 3	0.008	0.007	12.82 %
PISO 2	0.006	0.005	11.40 %

THX			
PISOS	TRADICIONAL	FV	REDUCCION
PISO 10	0.007	0.004	42.11 %
PISO 9	0.008	0.004	43.35 %
PISO 8	0.009	0.005	48.38 %
PISO 7	0.010	0.005	50.19 %
PISO 6	0.011	0.005	50.71 %
PISO 5	0.011	0.006	49.57 %
PISO 4	0.011	0.006	45.42 %
PISO 3	0.011	0.005	50.28 %
PISO 2	0.009	0.005	46.56 %

THY			
PISOS	RADICIONAL	FV	REDUCCION
PISO 10	0.007	0.004	35.16 %
PISO 9	0.007	0.004	36.80 %
PISO 8	0.007	0.004	37.78 %
PISO 7	0.007	0.005	36.34 %
PISO 6	0.008	0.005	37.71 %
PISO 5	0.008	0.005	38.91 %
PISO 4	0.008	0.005	40.18 %
PISO 3	0.008	0.004	41.12 %
PISO 2	0.006	0.004	41.43 %

Tabla 21: Deriva máximas en dirección Y-Y

Tabla 20: Comparación de derivas de la estructura tradicional y con Disipadores.
Fuente: Elaboración propia.

Diferencias en la Cimentación

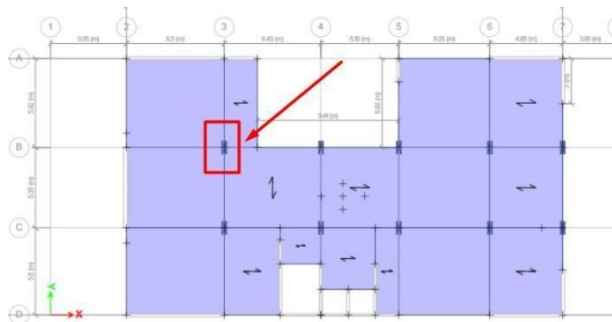


Ilustración 45: verificación por punzonamiento a columna

Fuente: Elaboración propia

PUNZONAMIENTO-TRADICIONAL

Pcm	258.24 tn
Pcv	69.21 tn
Pu	479193.00 kg
Ø	0.85
f'c	210.00 kg/cm2
b	35.00 cm
h	90.00 cm

valores para Calcular el "d"

$$\frac{P_u}{\phi 1.06 \sqrt{f'_c}} \leq 4d^2 + 2d(b + h)$$

a	4.00
b	250.00
c	-36700.84
d	69.51 cm
Hzapata	79.51 cm
Hfinal	80.00 cm

PUNZONAMIENTO- DISIPADORES

Pcm	251.88 tn
Pcv	65.50 tn
Pu	463982.00 kg
Ø	0.85
f'c	210.00 kg/cm2
b	35.00 cm
h	90.00 cm

valores para Calcular el "d"

$$\frac{P_u}{\phi 1.06 \sqrt{f'_c}} \leq 4d^2 + 2d(b + h)$$

a	4.00
b	250.00
c	-35535.85
d	68.05 cm
Hzapata	78.05 cm
Hfinal	80.00 cm

VERIFICACION DE PRESIONES

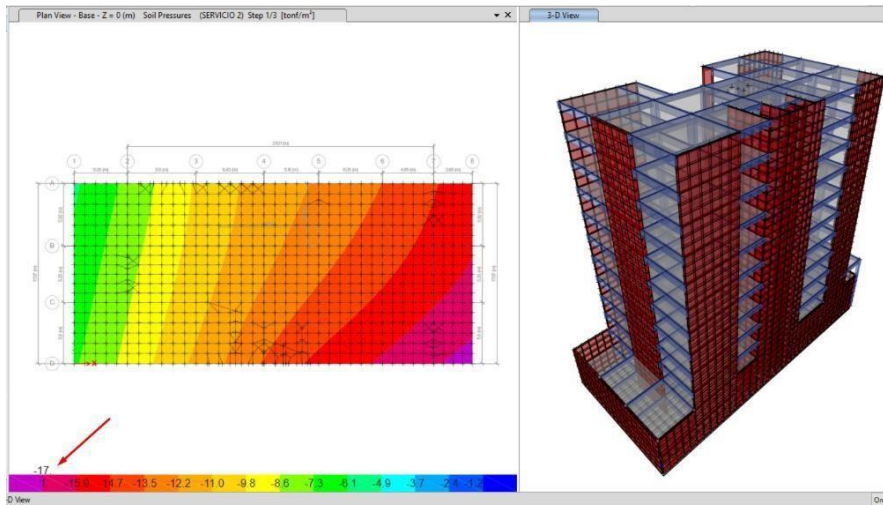


Ilustración 46: verificación de presiones en edificio tradicional

Fuente: Elaboración propia

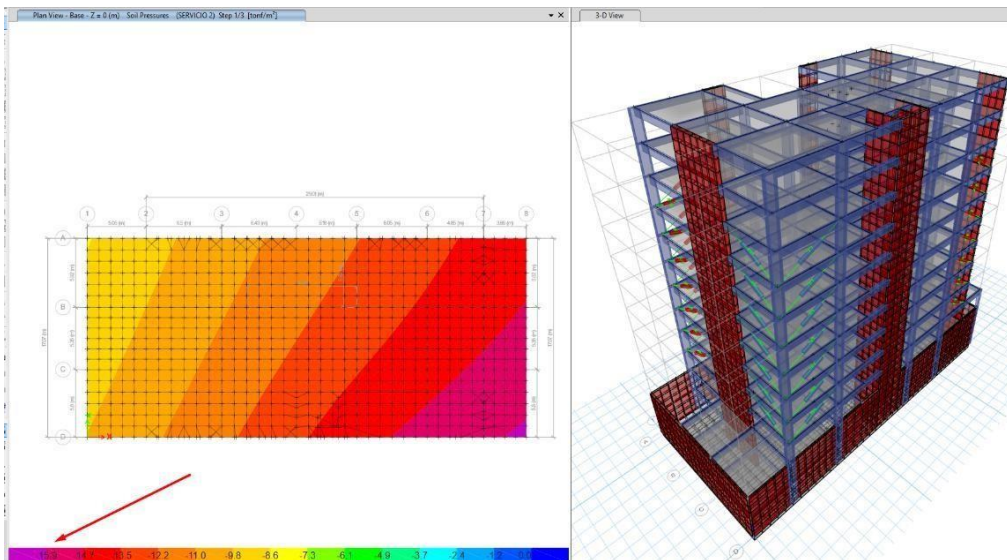


Ilustración 47: verificación de presiones en edificio con DFV

Fuente: Elaboración propia

COMPARACION DE PRECIOS

TIPO	CIMENTACION	
	PRECIO SOLES	PRECIO/m ²
TRADICIONAL	S/ 763,365.18	S/ 1,137.66
DISIPADOR	S/ 635,049.17	S/ 946.43

Análisis económico

Para el desarrollo de este objetivo se realizó el metrado respectivo de la edificación tradicional y con disipadores luego se hizo uso de costos unitarios de la revista capeco para poder realizar el presupuesto y de este modo realizar el análisis comparativo. Adicionalmente el costo unitario de los disipadores de fluido viscoso y ADAS fueron tomados de la tesis de [17] en la cual nos brinda el costo de estos junto con sus conexiones.

- **Sistema Tradicional**

SISTEMA TRADICIONAL			
TIPO	Cant.	Prec. Unitario (\$/)	Parcial (\$)
Estructuras	1	S/ 6,318,648.00	\$1,755,180.00
TOTAL			\$1,755,180.00
Costo / m ²			\$292.00

- **Sistema ADAS**

ADAS			
TIPO	Cant.	Prec. Unitario (\$)	Parcial (\$)
Estructuras			\$1,554,588.00
ADAS	67	\$3,000.00	\$201,000.00
Conexiones	67	\$1,500.00	\$100,500.00
TOTAL			\$1,856,088.00
Costo / m ²			\$308.00

- **Sistema FLUIDO VISCOSO**

DISIPADOR DE FLUIDO VISCOSO			
TIPO	Cant.	Prec. Unitario (\$)	Parcial (\$)
Estructuras			\$1,554,588.00
DFV 500 (KN)	56	\$5,000.00	\$280,000.00
Conexiones	56	\$1,500.00	\$84,000.00
TOTAL			\$1,918,588.00
Costo / m ²			\$319.00

- **Cuadro Comparativo**

CUADRO COMPARATIVO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO						
DESCRIPCIÓN	TRADICIONAL		ADAS		DISIPADOR VISCOSO	
	SOLES	DÓLARES	SOLES	DÓLARES	SOLES	DÓLARES
COSTO TOTAL	S/ 6,318,648.00	\$1,755,180.00	S/ 6,681,916.80	\$1,856,088.00	S/ 6,906,916.80	\$1,918,588.00
PRECIO POR m ²	S/ 1,051.20	\$292.00	S/ 1,108.80	\$308.00	S/ 1,148.40	\$319.00

Conclusiones

- La mayor disipación de energía la absorbe el disipador de fluido viscoso la cual fue 79.3%. Ya que es un dispositivo que depende de la velocidad y gracias a sus excelentes acabados es que puede disipar más energía a comparación del disipador histérico ADAS la cual disipo 45.79%
- Como bien sabemos la torsión es un problema muy típico en varias edificaciones, esta irregularidad se elimina con una buena estructuración, pero cuando la arquitectura es complicada otra alternativa seria la incorporación de disipador, teniendo un mejor comportamiento el disipador de fluido viscoso según la tabla 17 de ratios

RATIOS TORSION	
TRADICIONAL	1.4
ADAS	1.25
DFV	1.19

- Para poder diseñar y hacer un análisis estructural, lo primero es hacer una buena estructuración, luego tenemos que hacer un análisis sísmico tanto estático como dinámico, para esta estructura se hizo uso del software etabs y usando los parámetros de la norma E030. Asimismo, se usó todos los datos de la tabla 2.
- Para hacer un análisis tiempo historia se hizo uso de tres señales sísmicas, Lima 1974, Lima 1966, Ica 2007 obteniendo las máximas derivas en Lima 1974 por ende se usó para hacer el análisis con disipadores
- Los disipadores se identifican por reducir desplazamientos, por ende, reducen las derivas, pero quien tiene mayor porcentaje de reducción es el disipador de fluido viscoso con un 50.71%, en cambio el disipador ADAS 41.74%
- La cimentación para edificaciones altas por lo general son plateas de cimentación, el edificio se ubicó em un terreno cuya capacidad portante es 2.00kg/cm2,

CIMENTACION		
TIPO	PRECIO SOLES	PRECIO/m2
TRADICIONAL	S/ 763,365.18	S/ 1,137.66
DISIPADOR	S/ 635,049.17	S/ 946.43

- El presupuesto de mi estructura tradicional es de S/1,051.2 soles/m² y de la estructura disipador ADAS es de S/1,108.8/m², asimismo la estructura con DFV es de S/1,148.40/m² siendo los disipadores de fluido viscoso los más costosos, pero también son los que mas seguridad dan a la estructura cuando se enfrente a un evento sísmico.

Recomendaciones

- Motivar e incentivar a construir edificios con disipadores, ya que brindan una seguridad y garantía a tu edificación
- Se recomienda que las universidades a nivel nacional motiven a implementar un laboratorio de estructuras, para así poder ensayar estos dispositivos y así el aprendizaje sea mas optimo y eficaz
- Se recomienda utilizar estos dispositivos siempre y cuando el amortiguamiento efectivo este entre un 20-40%

Referencias

- [1] H, Tavara;, *Análisis y Evaluación de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú*, Lima, 2020.
- [2] H, Tavara; I, Bernal; I, Condori; M, Ordaz; A, Zevallos; O, Ishizawa;, *Mapa De Peligro Sísmico para el Perú*, Lima, 2014.
- [3] E. G. Taype Huise, *ANÁLISIS DE LOS MECANISMOS FOCALES DE LOS TERREMOTOS CON MAGNITUD > 5.9MW OCURRIDOS EN EL PERÚ DURANTE*, Arequipa, 2021.
- [4] Burgos Namuche, M;, *DISIPACION DE ENERGIA SISMICA PARA EL DISEÑO Y REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES*, Lima, 2020.
- [5] D. E. Castellano Sotelo y C. A. Castillos Monzon, *DESEMPEÑO SISMICO NO LINEAL DE UNA EDIFICACION ESENCIAL ANTE SISMO SEVERO OPTIMIZADO CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO EN LA URB. BUENOS AIRES, DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE*, Nuevo Chimbote, 2022.

- [6] N. P. Malaver Jaramillo y N. F. Ortiz Guerra, *Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en Colombia*, Colombia, 2018.
- [7] Martínez Franco, D S; Parra Castro, E Y;, *ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA DEL SISTEMA DE RESISTENCIA SISMICA DE UN EDIFICIO DE SIETE PISOS CON Y SIN DISPOSITIVOS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA Y SUS COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN*, Colombia, 2019.
- [8] Quispe Huamán, C K; García Urrutia, P A;, *REFORZAMIENTO SÍSMICO MEDIANTE EL USO DE DISIPADORES HISTERÉTICOS TIPO SHEAR LINK BOZZO EN UN EDIFICIO DE 14 NIVELES EN LA CIUDAD DE LIMA*, Lima, 2019.
- [9] Otiniano Vásquez, J B;, *DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO CON DISIPADORES DE ENERGÍA VISCOSOS, TRUJILLO 2019*, Trujillo, 2019.
- [10] D. S. Cabrera Dávila, *INVESTIGACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE DISIPADORES EN ESTRUCTURAS EXISTENTES, CHICLAYO 2019*, Chiclayo, 2019.
- [11] T. F. Abanto Castillo, *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*, Lima, 2007.
- [12] Távora, H;, *Terremotos vs Sismos*, Lima, 2020.
- [13] R. Sarmiento y G. Villarreal Castro, *EDIFICACIONES CON DISIPADORES DE ENERGÍA*, Lima, 2009.
- [14] G. Villarreal Castro y M. Días de la Rosa Sanchez, *Edificaciones con disipadores viscosos*, Lima, 2016.
- [15] C. Lenatos y M. La Fuene, *Introducción al uso de aisladores y disipadores en Estructuras*, Caracas, 2016.
- [16] J. A. Obando-Bastidas y M. T. Castellanos Sánchez, *GRÁFICOS ESTADÍSTICOS GUÍA PRÁCTICA PARA ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA*, Colombia , 2021.
- [17] M. Narváez, «ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS, EMPLEANDO AMORTIGUADORES DE FLUIDO VISCOSO Y DISIPADORES HISTERÉTICOS.,» PUCP, Lima - Perú, 2019.

Anexos



*Ilustración 48: Edificio Torre Mayor con disipadores Taylor
(Foto cortesía de Enrique Martínez Romero, Tena-Colunga
2003)*



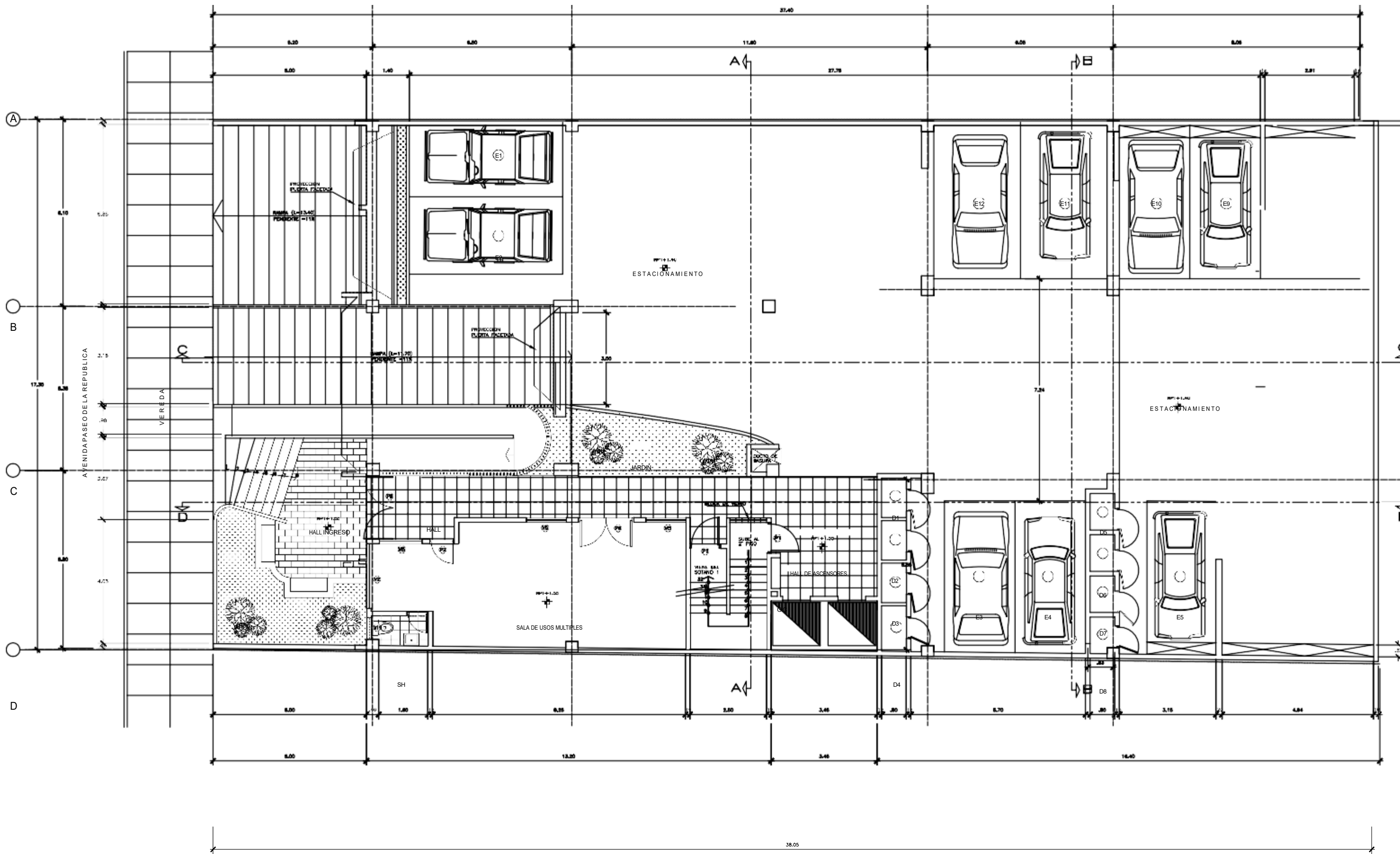
*Ilustración 49:
<https://twitter.com/solestudiosing/status/889772219101925376>*



Ilustración 50:

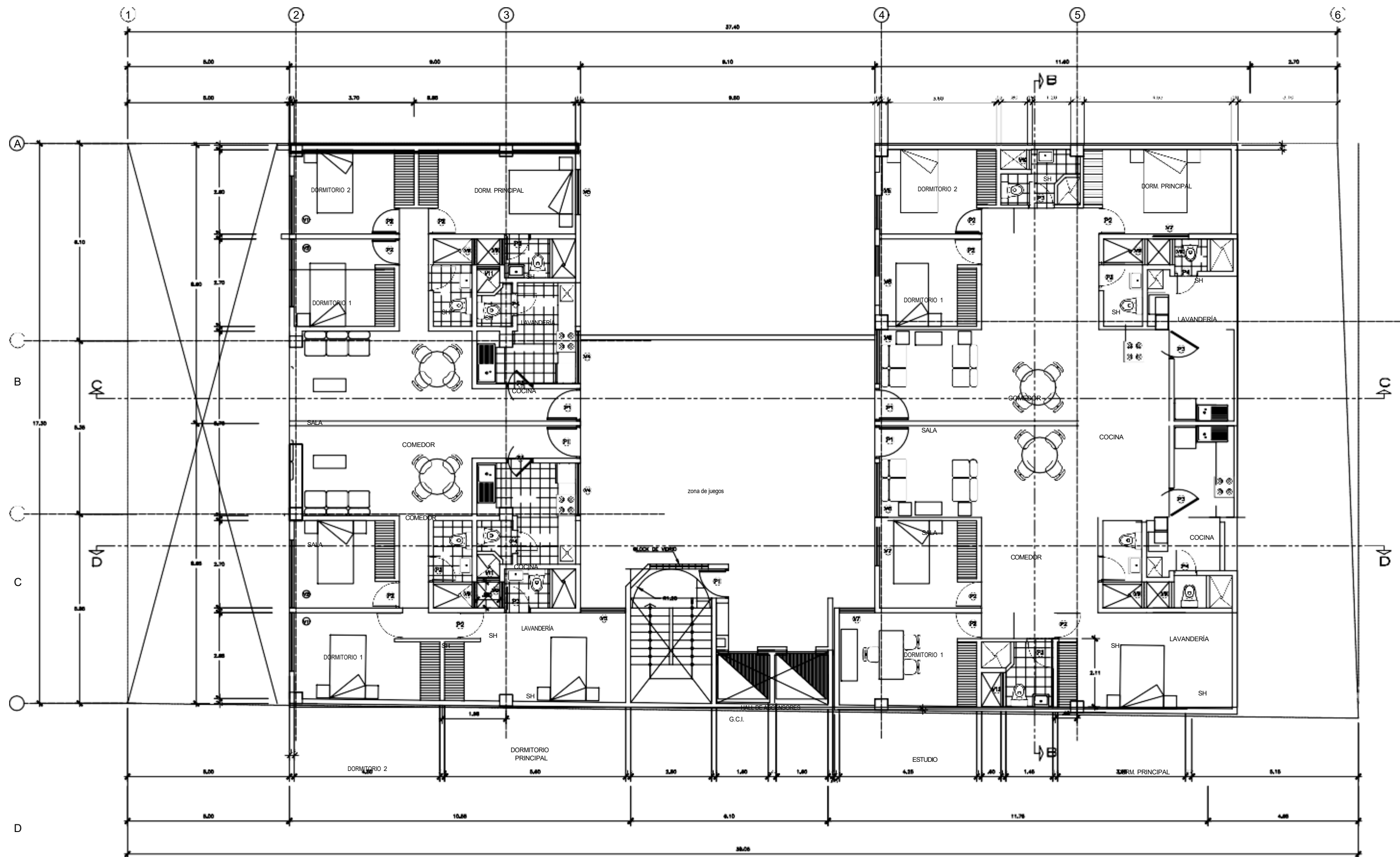
<https://twitter.com/solestudiosing/status/889772219101925376>

PLANOS DE DISTRIBUCIÓN



PLANTA PRIMER PISO

PROYECTO	EDIFICIO MULTIFAMILIAR	
ARQUITECTO	ARQ. CRISTIAN ALBERTO MARCELO MENDOZA	
Nº CAP		



PLANTA TÍPICA (SEGUNDO PISO AL DECIMO PISO N+4.12 AL N+27.85)

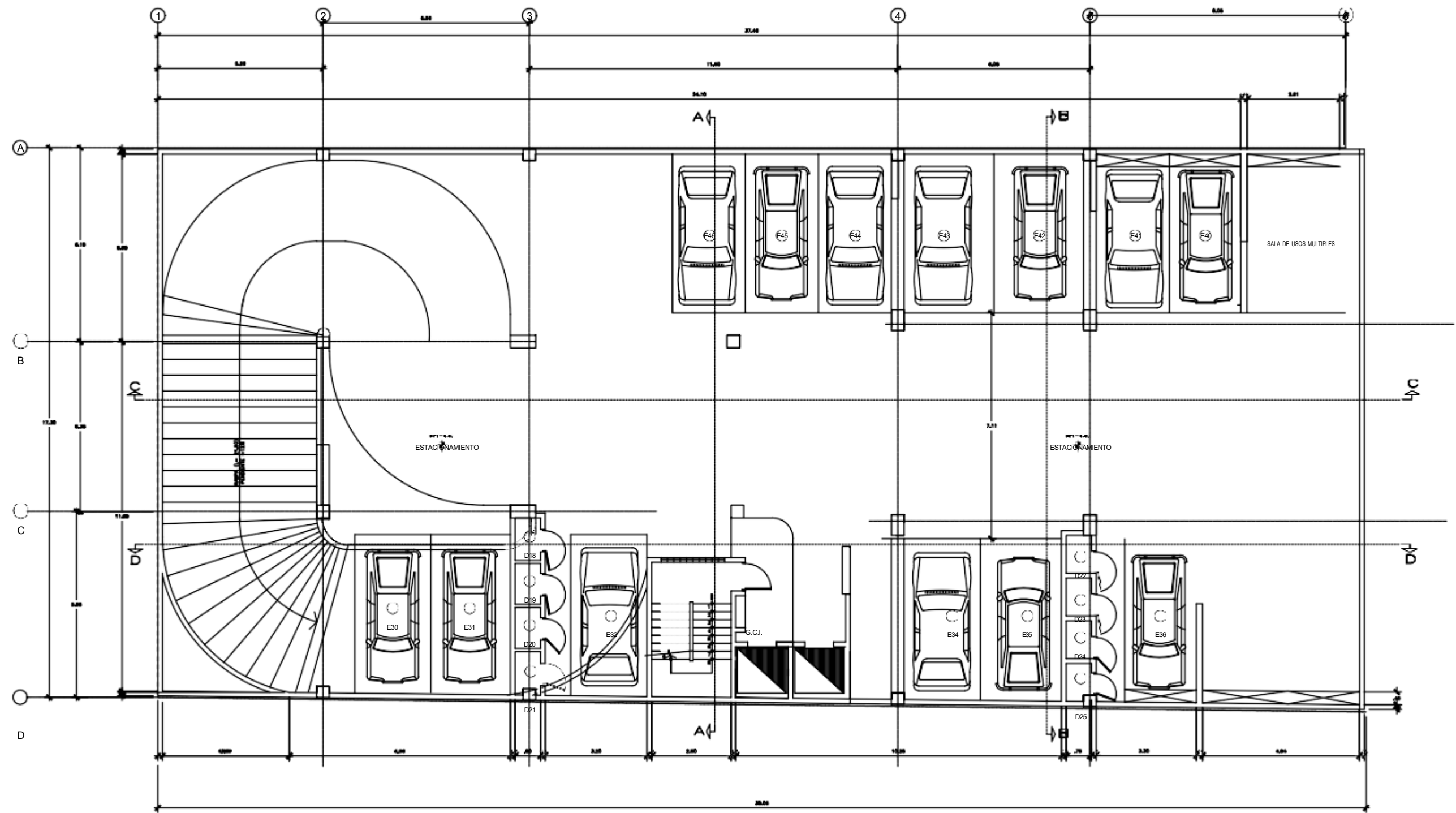
EDIFICIO MULTIFAMILIAR

ARQ. CRISTIAN ALBERTO MARCELO MENDOZA

24827

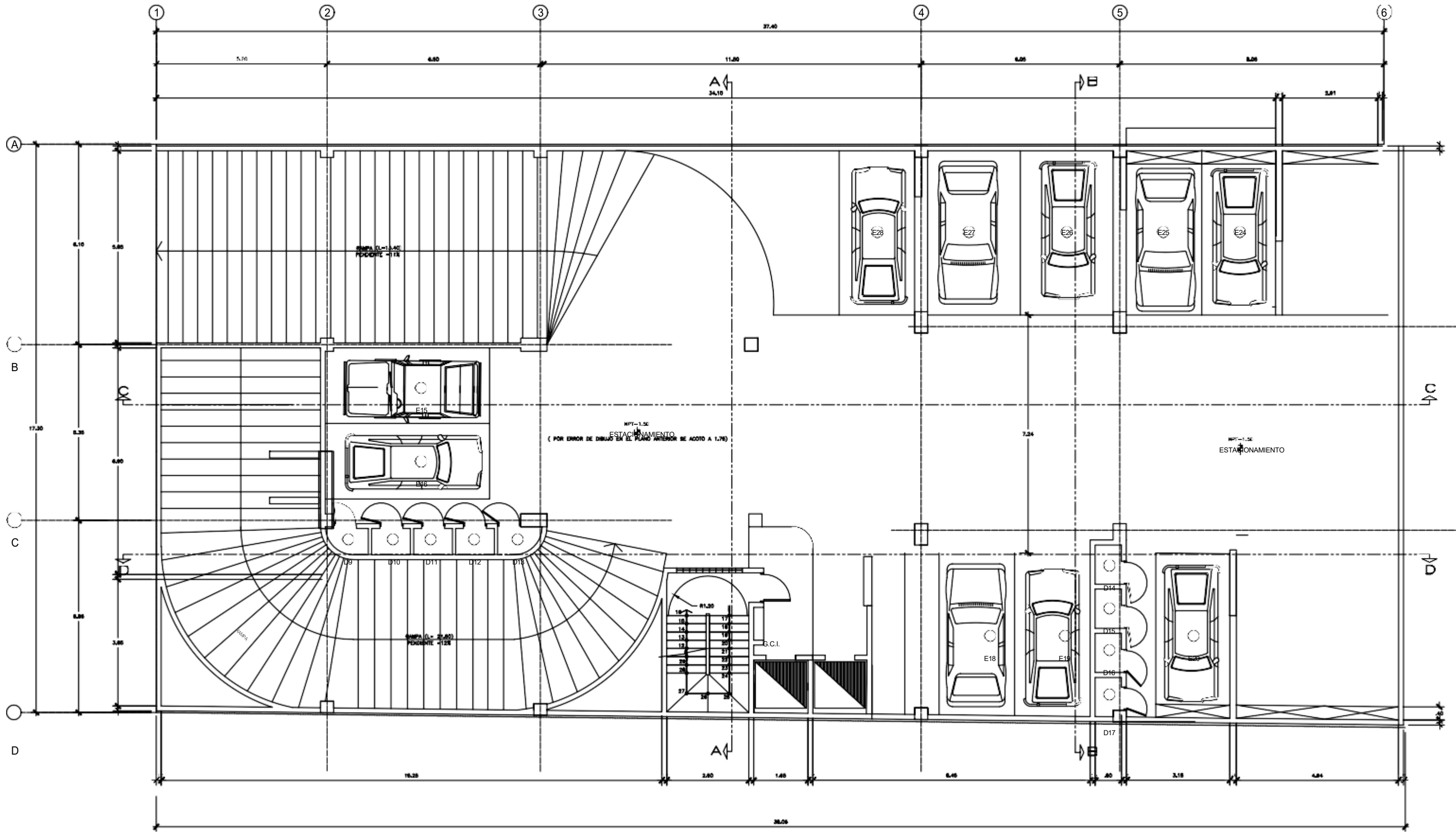
PLANTA TIPICA (2° PISO AL 12° PISO)

CRISTIAN MARCELO JUNIO 2022



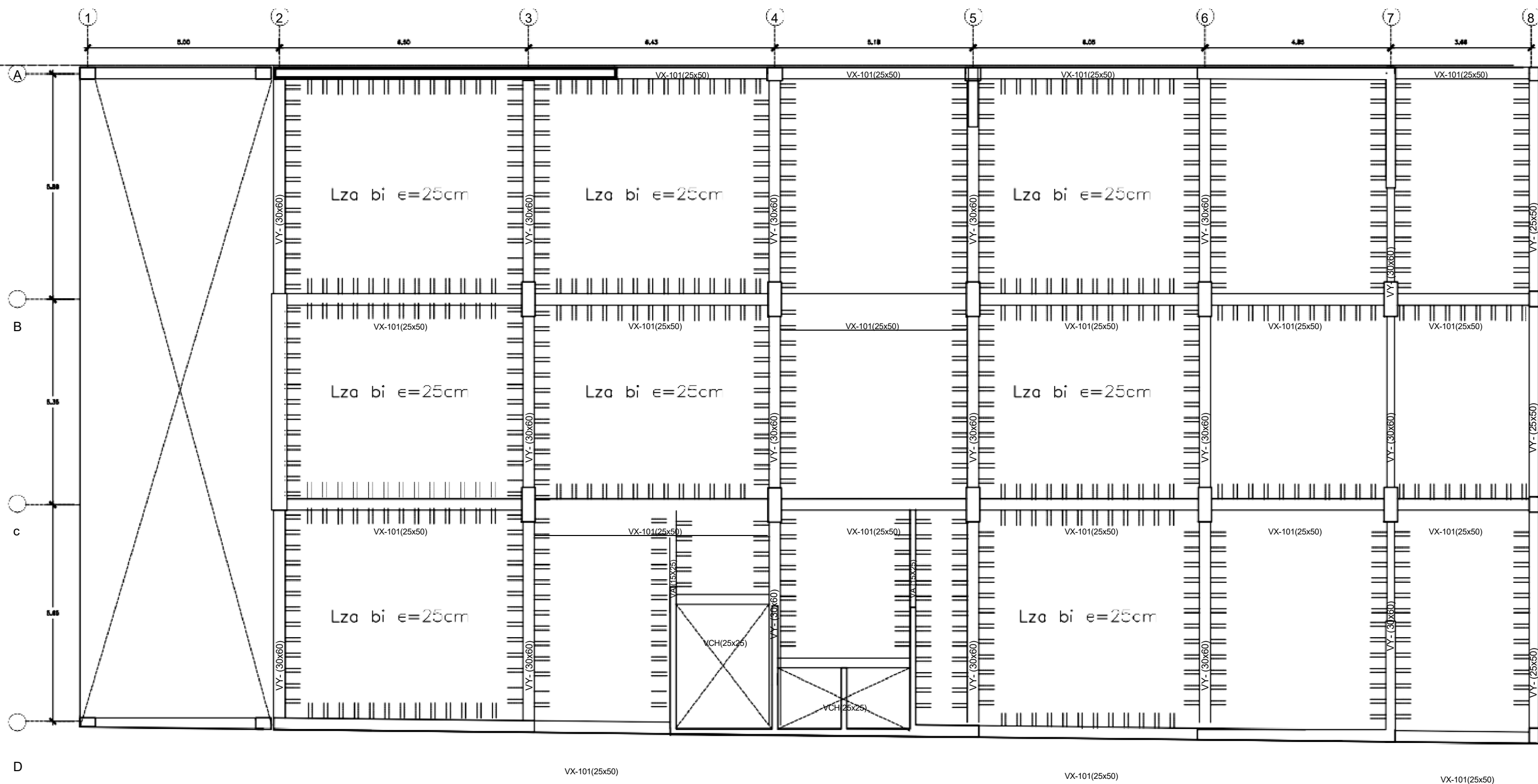
PLANTA SOTANO 1

EDIFICIO MULTIFAMILIAR	
ARQ. CRISTIAN ALBERTO MARCELO MENDOZA	1/78 68 DE 18
24827	
PLANTA SOTANO 1	
CRISTIAN MARCELO	Marzo 2026
A-03	



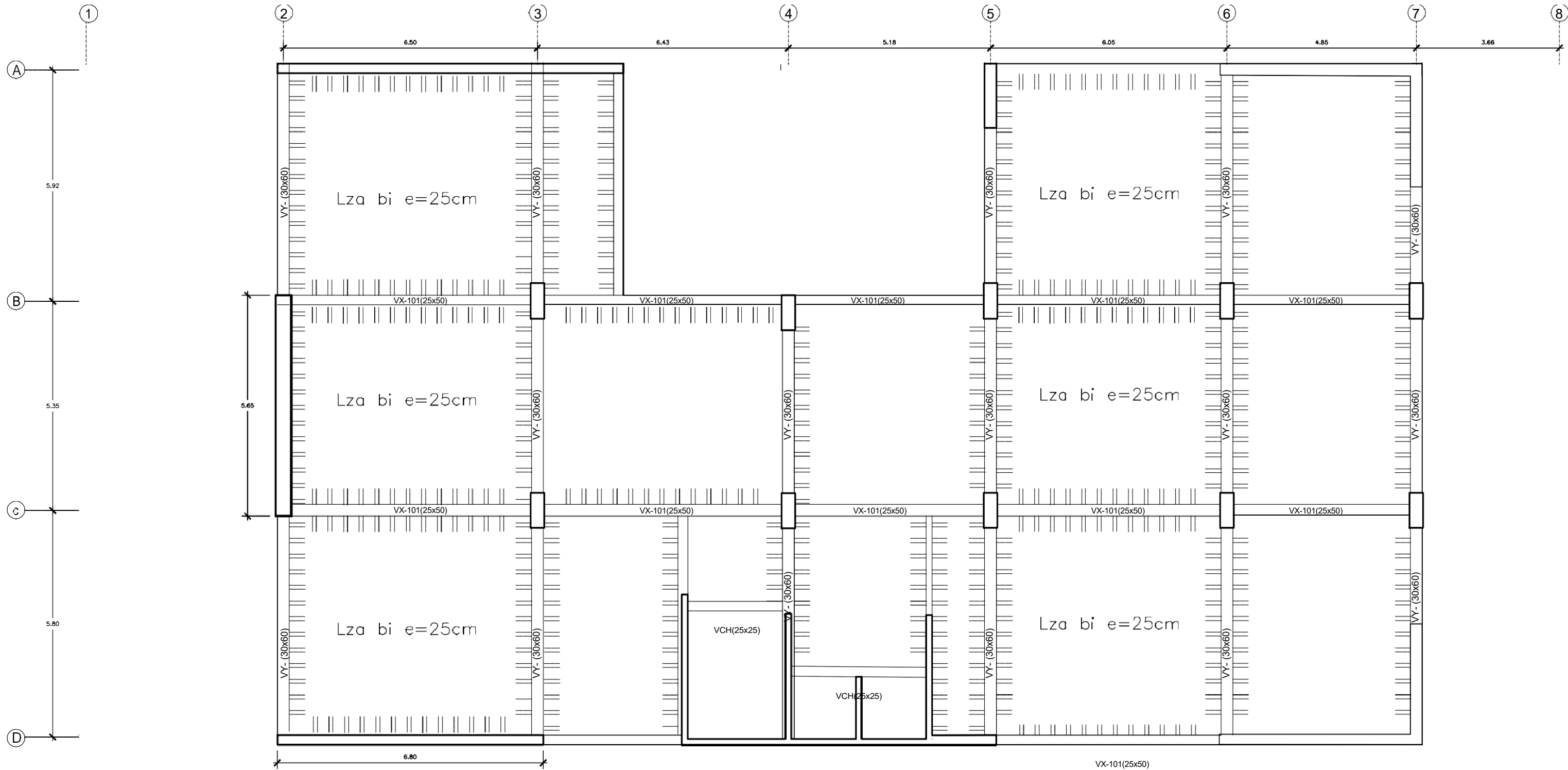
PLANTA SOTANO 2

PROYECTO			
ARQUITECTO ARQ. CRISTIAN ALBERTO MARCELO MENDOZA			
Nº CAP 24827			
PLANO PLANTA SOTANO 2		UBICACION	
DIBUJO CRISTIAN MARCELO	FECHA JUNIO 2022	ESCALA 1/75	LAMINA A-02 02 DE 10



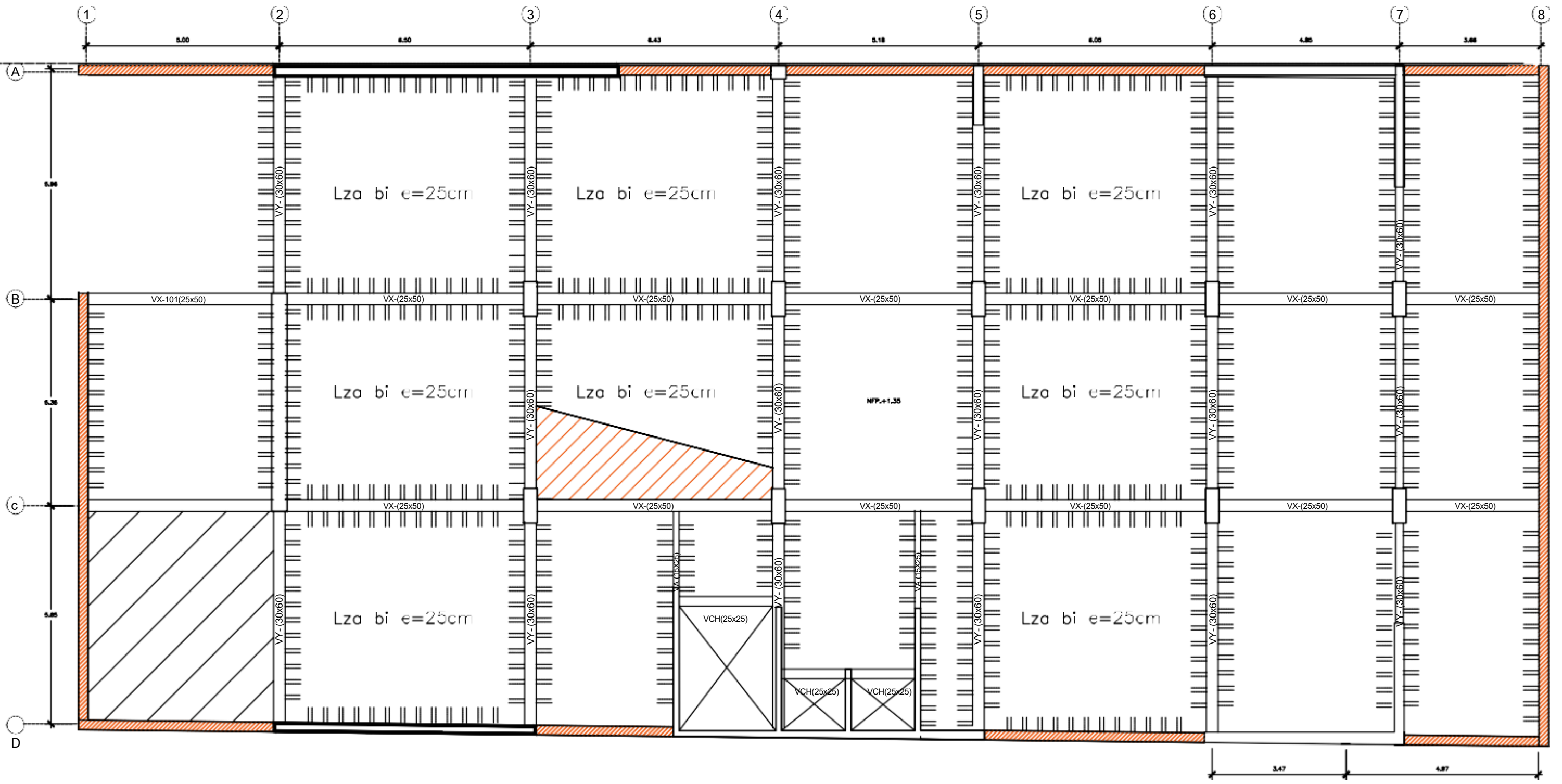
ESTRUCTURACIÓN piso 1

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		TESISTA: SILVA ZAPATA JAIRO JAVIER BACHILLER EN ING. CIVIL	
"PROYECTO DE INVESTIGACIÓN"		PLANO: ESTRUCTURAS TRADICIONAL	
PROYECTO: <small>Analisis estructural de un edificio tradicional con estructura de muros de carga y sistema de piso de concreto armado de columna y viga con losa de losa de concreto armado.</small>	REVISADO:	DIBUJO: ELABO	LAMINA: E-01
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	FECHA: NOVIEMBRE 2022
			INDICADA



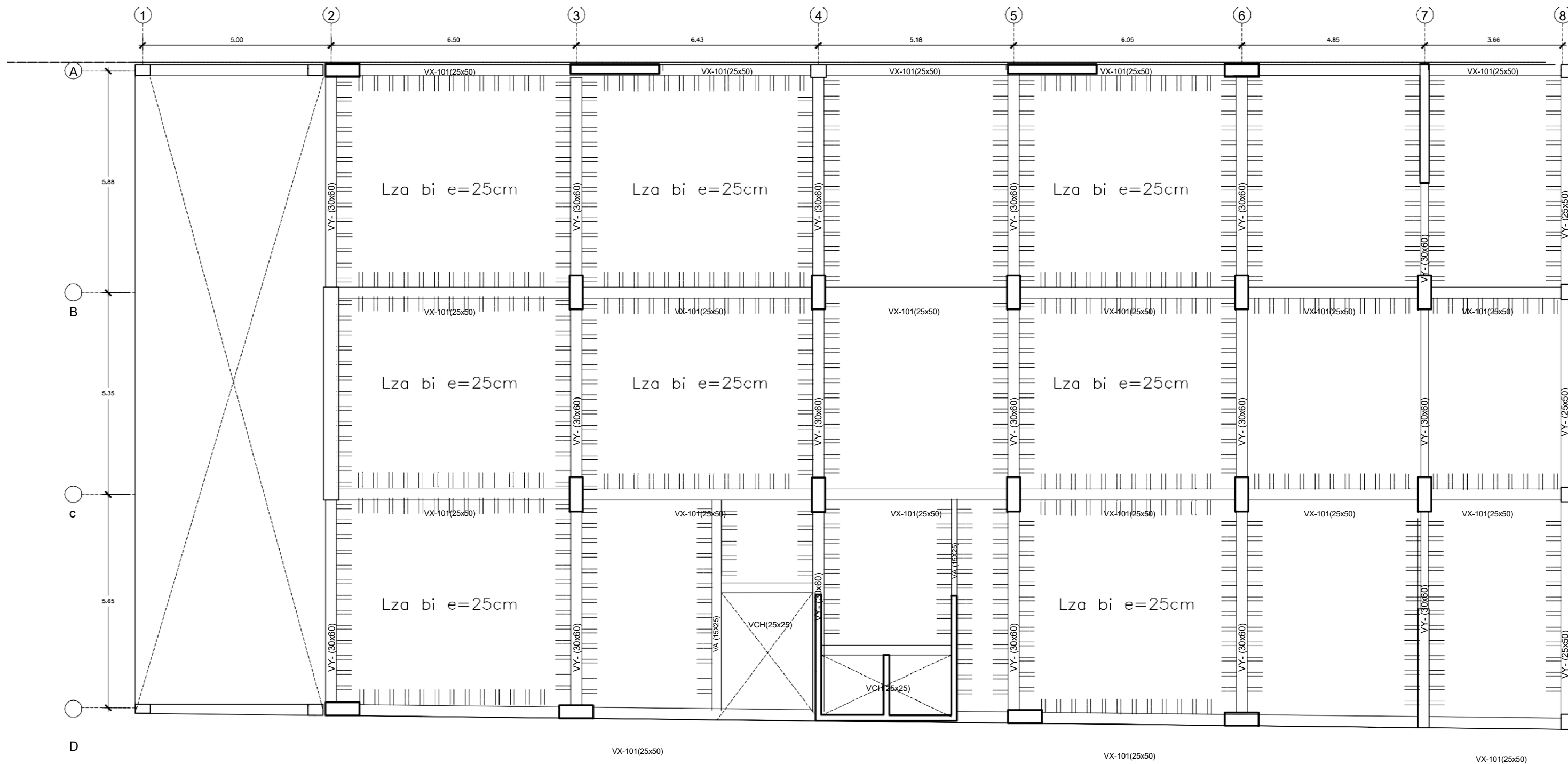
ESTRUCTURACIÓN piso 2

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO "PROYECTO DE INVESTIGACIÓN"			TESISISTA: SILVA ZAPATA JAIRO JAVIER BACHILLER EN ING. CIVIL	
			PLANO: ESTRUCTURAS TRADICIONAL	
PROYECTO: Análisis, estudio, ejecución, estudio de construcción y diseño de estructura tradicional en concreto armado, tradicional y moderno de tipo residencial en la ciudad de Chiclayo.			REVISADO: 	DIBUJO: BLRO
ESCALA: INDICADA			FECHA: NOVIEMBRE 2022	E-01
DISTRITO: LA VICTORIA	PROVINCIA: CHICLAYO	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE		



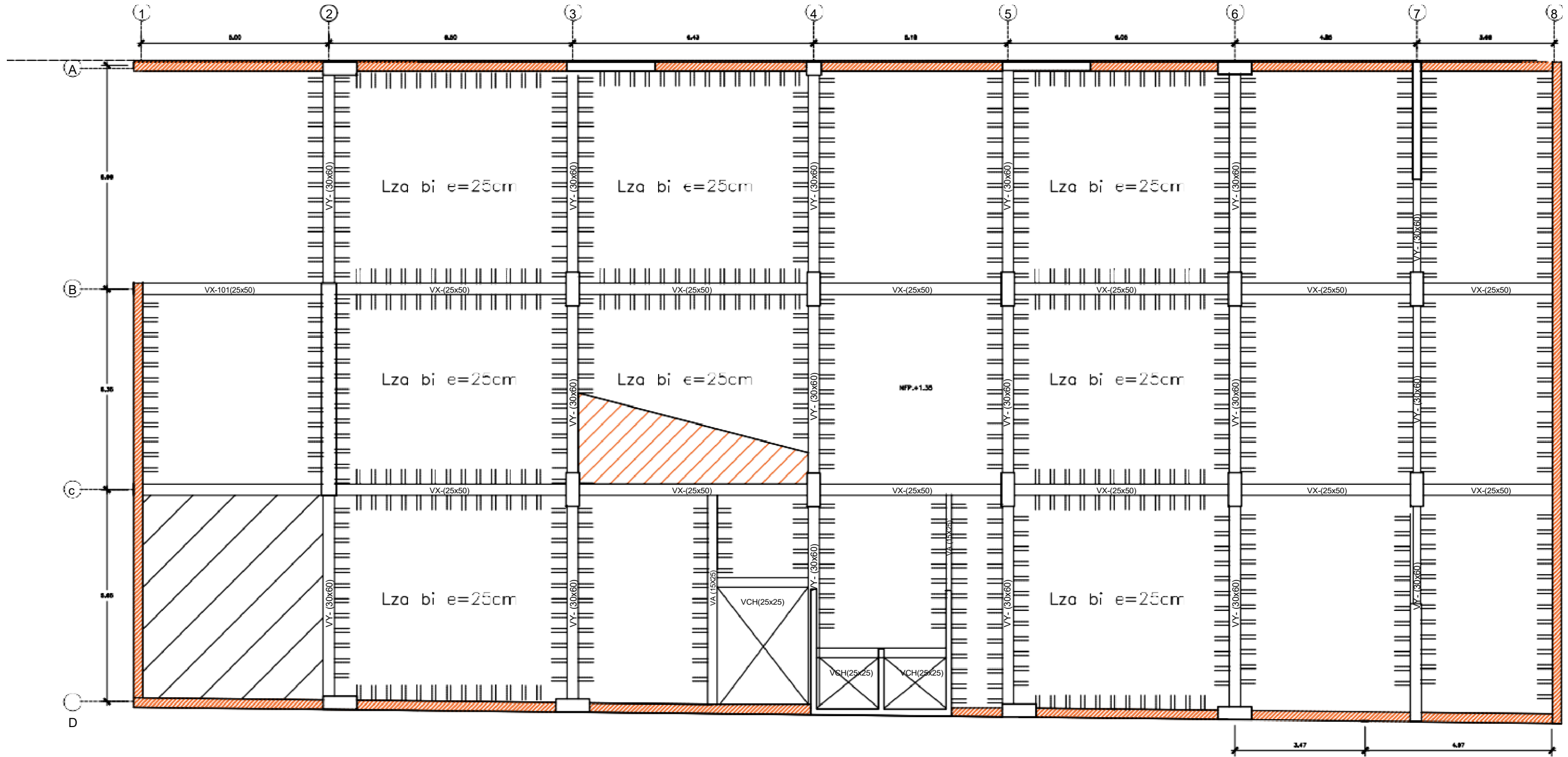
ESTRUCTURACIÓN SOTANO 1

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			TESISTA: SILVA ZAPATA JAIRO JAVIER BACHILLER EN ING. CIVIL	
"PROYECTO DE INVESTIGACIÓN"			PLANO: ESTRUCTURAS TRADICIONAL	
PROYECTO: Análisis, modelación y diseño estructural de un edificio con estructura tradicional y uso mixto para ser construido en la U.C.M. de O.	REVISADO:	DIBUJO: ELERO	LAMINA:	E-01
DISTRITO: LA VICTORIA	PROVINCIA: CHILAYO	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	ESCALA: INDICADA	



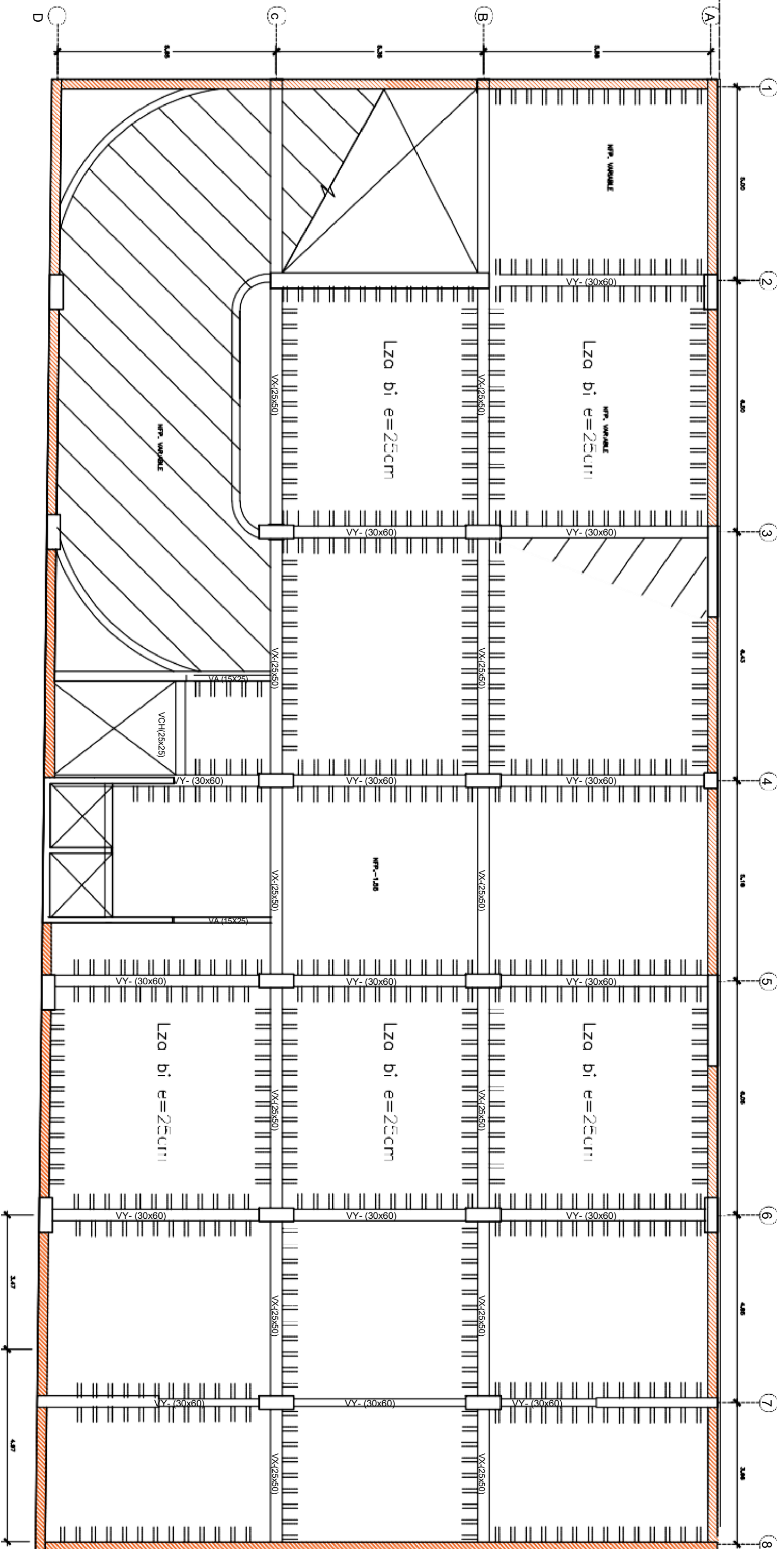
ESTRUCTURACIÓN *piso 1*

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO "PROYECTO DE INVESTIGACIÓN"			TESIS: SILVA ZAPATA JAIRO JAVIER BACHILLER EN ING. CIVIL
PROYECTO: <small>Análisis estructural y diseño de columnas y vigas de concreto armado para un edificio de 3 pisos en la ciudad de Chiclayo</small>			PLANO: ESTRUCTURAS CON DISIPADORES
REVISADO: ELRD	DISEÑADO: ELRD	LAMINA: E-01	FECHA: NOVIEMBRE 2022
INDICADA	DISTRICTO: LA VICTORIA	PROVINCIA: CHICLAYO	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE



ESTRUCTURACIÓN SOTANO 1

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO "PROYECTO DE INVESTIGACIÓN"			TESIS: SILVA ZAPATA JAIRO JAVIER BACHILLER EN ING. CIVIL
PROYECTO: Análisis, modelación y diseño de un edificio de concreto armado, para un estudio de los efectos de los sismos en el edificio.			PLANO: ESTRUCTURAS CON DISIPADORES
DISTRITO: LA VICTORIA	PROVINCIA: CHICLAYO	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	REVISADO: DIBUJO: ELRO ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2022
			LAMINA: E-01



ESTRUCTURACIÓN SOTANO 2

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOCROVAYO "PROYECTO DE INVESTIGACION"		TRABAJO SILVA ZAPATA JAIRO JAVIER INGENIERO EN ING. CIVIL	
PROYECTO ESTRUCTURAS CON DISIPADORES	REVISADO 1 RABO	PLANO ESTRUCTURAS CON DISIPADORES	FECHA NOVIEMBRE 2022
DISTRITO LA VICTORIA	PROVINCIA CHICLAYO	ORGANISMO LAMBAYEQUE	ESCALA 1 INDICADA
			LAMINA 1 E-01