



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia de aisladores sísmicos de viviendas multifamiliares en la
respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022

Tesis para obtener el título profesional de:
Ingeniero civil

AUTOR:

Centeno de la Cruz, JosE Alfredo (orcid.org/0000-0003-1182-1456)

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (orcid.org/0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres y hermanos que apoyaron con agrado el proceso estudiantil durante estos años, también a mis compañeros de estudios, sin los cuales no hubiese podido construir un futuro académico.

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a los docentes de mi centro de estudios, los cuales al igual que padres guiaron la senda del correcto saber, con rectitud y empatía, siempre dando más de lo necesario para poder alcanzar los objetivos propuestos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2 Variables y Operacionalización.....	18
3.3 Población, muestra y muestreo.....	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5 Procedimientos.....	19
3.6 Método de análisis de datos.....	20
3.7 Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS.....	64

Resumen

En el presente estudio analiza cómo influyen los aisladores sísmicos en la respuesta estructural de viviendas multifamiliares, para lo cual examinaremos edificios de ocho y diez pisos con diferente ubicación geográfica y tipos de aisladores sísmico, efectuando el modelamiento estructural en el software etabs2017.v2 y realizando el análisis sismo estático y sismo dinámico en el mismo, en conjunto estos resultados sugieren que los aisladores sísmicos reducen los desplazamientos máximos en un 48% frente a edificios que no presentan este dispositivo y las derivas máximas también se reducen hasta en un 50%, que en las diferentes alturas analizadas para edificios de ocho y diez pisos, el aislador sísmico no pierde su efectividad mostrando una disminución de desplazamientos y derivas máximas hasta en un 25% y 35% de los desplazamientos óptimos y del análisis de los suelos tipo s1 y s3 se obtuvo que cuando la edificación construida esta cimentada en un suelo más duro, este aporta un mejor desempeño a la estructura al someterla a un análisis sísmico.

Palabras clave: aislador sísmico, respuesta estructural, análisis sísmico

Abstract

In the present study, we analyze how seismic isolators influence the structural response of multi-family homes, for which we will examine eight- and ten-story buildings with different geographical locations and types of seismic isolators, performing structural modeling in etabs2017.v2 software and performing the static seismic and dynamic seismic analysis in it, together these results suggest that the seismic isolators reduce the maximum displacements by 48% compared to buildings that do not have this device and the maximum drifts are also reduced by up to 50%, which At the different heights analyzed for eight and ten-story buildings, the seismic isolator does not lose its effectiveness, showing a decrease in displacements and maximum drifts of up to 25% and 35% of the optimal displacements and the analysis of type s1 and s3 soils. It was obtained that when the built building is founded on a harder soil, it provides a better performance to the structure when subjected to a seismic analysis.

Keywords: seismic isolator, strural response, sismic analysis

I. INTRODUCCIÓN

El Perú está dentro de un área altamente sísmica, gran número de viviendas urbanas de nuestras ciudades son construcciones informales, no cuentan con planos ni las normas mínimas de edificación de viviendas, esto conlleva un desempeño sísmico estructural poco eficiente observando construcciones nuevas con fisuras en la cimentación al enfrentar el primer movimiento telúrico, fisuras en columnas, vigas y muros. Lo grave de esta situación además de la pérdida económica por una mala inversión en una edificación informal de corta vida útil es el riesgo latente de perder la vida por el fallo y colapso de estas estructuras siendo el fin principal de las normas técnicas peruanas de edificaciones el salvaguardar la integridad de la persona humana. Para desarrollar o elaborar proyectos de edificación, puentes o cualquier tipo de obra de gran envergadura debe estar sujeto a las normativas vigentes, en especial la normativa de aislamiento sísmico por las razones descritas líneas arriba. Por otro lado, la población ha optado por realizar construcciones informales, esto es por diferentes factores que involucran la economía (elaboración de proyecto), además de la burocracia municipal, donde amarran los expedientes únicamente para sacar algún provecho del administrado. Otro factor es la falta de concientización de las normas que se deben implementar en la ejecución de las obras de edificaciones, entre otras este premisa es la que debe implementar para exigir posteriormente a la sanciones correspondientes sobre las obras informales; un punto muy importante para cerrar esta brecha es que las municipalidades y el ministerio de vivienda no implementen normativas para regularizar las obras informales, cada vez que lo hacen la normativa de regularización en premiar a esta población que no cumplió con las normativas de edificación. Entonces estas edificaciones ponen en peligro la vida de los ocupantes frente a un sismo (menor o mayor grado) ya que el Perú se encuentra en un área geográfica sísmica (Saavedra, 2015, p. 3). Es por ello que, estos dispositivos protegen la estructura contra los resultados destructivos de un terremoto, separando la estructura del suelo y aportándole amortiguamiento. Esta división permite que la estructura actúe con mayor flexibilidad, permitiendo mejorar su respuesta ante un terremoto. Finalmente, lo que se desea lograr es, la influencia de los aisladores sísmicos en cimentación en las viviendas urbanas y que su

resistencia estructural sísmica tenga resultados positivos y económicos en las edificaciones de Lima, para que se pueda determinar si es viable el uso de estos dispositivos en las estructuras de cierta altura. A esto se formula el siguiente **problema general**, ¿De qué manera influye el uso de aisladores sísmicos de viviendas multifamiliares en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022?; así como los **problemas específicos**: ¿De qué manera influye la ubicación geográfica de viviendas multifamiliares en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022?; ¿De qué manera influye el número de niveles de una vivienda multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022?, ¿De qué manera influye el tipo de aislador en viviendas multifamiliares en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022?. Por esta razón, la presente investigación se **justifica** de la siguiente manera; es de suma importancia conocer el efecto de los aisladores sísmicos, debido a que la Ciudad de Lima se encuentra ubicada en una zona altamente sísmica, tipo 4, es proclive a presentar sismos de gran magnitud, sumado a esto los más de 100 años de silencio sísmico, por ende, las edificaciones urbanas, que en su mayoría son construcciones informales, son propensas a colapsar, causando pérdidas de vidas humanas, daños colaterales y pérdidas económicas, por lo tanto es necesario conocer el efecto del uso de aisladores sísmicos en la cimentación de edificaciones urbanas, esto beneficiara a las futuras familias que deseen edificar sus viviendas, ayudándolos a preservar su inversión además aportara mejoras en el diseño sísmico resistente de edificaciones. El estudio tiene como **objetivo general**: Analizar la influencia del uso de aisladores sísmicos en viviendas multifamiliares en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022 y **objetivos específicos**: Identificar la influencia de la ubicación geográfica en viviendas multifamiliares en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022. Determinar la influencia del número de niveles en viviendas multifamiliares en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022. Determinar la influencia del tipo de aislador en viviendas multifamiliares en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022. Se contrastará la siguiente **hipótesis general**: El uso de aisladores sísmicos en viviendas multifamiliares influye positivamente en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022. Así mismo,

las **hipótesis específicas**: La ubicación geográfica en viviendas multifamiliares afecta directamente en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022. El número de niveles en viviendas multifamiliares influye directamente en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022. El tipo de aislador en viviendas multifamiliares influye en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022

II. MARCO TEÓRICO

La importancia de los antecedentes nacionales, internacionales y locales para afianzar los aportes científicos que se le brinda a este documento de investigación, así mismo se sustenta lo siguiente.

Enduran, (2015), en su tesis tuvo su objetivo explicar el movimiento exacto del método y cálculo de un edificio a porticado frente a la vulnerabilidad sísmica. Metodología fue descriptiva y experimental; ya que se pretendía observar cual era el nivel o grado de fallas de la estructura en estudio. Resultados se hizo el análisis mediante el software de la curva del año, según el autor analizo más de 200 elementos (columnas muros, vigas), de los cuales obtuvo un 79% donde el software (aplicación) detecto el daño circunstancialmente, el 18% del grupo restante sobrevaloro los daños de la estructura y el porcentaje restante subvaloro los daños el autor concluye que los grados de las fallas fueron analizadas con equipos METU y los resultados obtenidos de cada elementos sirvieron para la realización de dimensiones o características, sin embargo al hacer una comparación con otro sistema todas estas fallas ya se conocían; posteriormente se ejecutó la evaluación de edificios multifamiliares(10) y que se encontraban en una zona de las afueras Estambul.

Según Villarreal, (2015), en su libro de edificaciones con diseño sísmico, menciona que para realizar un proyecto de edificación debe estar presente un ingeniero civil para diseñar la estructura sismo resistente, de esta manera la ejecución de esta obra garantizara su comportamiento sísmico frente a un sismo debido a que ya se habían hecho los cálculos estructurales y el comportamiento frente a este fenómeno

natural; entonces los habitantes de ese proyecto tendrán seguridad. Esto es de suma importancia en el estudio y aplicación de las modernas técnicas de diseño sísmo resistente, no se trata de aumentar la cantidad de acero en las estructuras ni aumentar la resistencia del concreto, esto podría producir rigidez, causando un efecto contrario.

Según la Cámara Chilena de la Construcción, (2015), mencionan que los aisladores sísmicos de base pertenecen a la categoría de los sistemas pasivos, los cuales son los más empleados en la actualidad son dos sistemas; semiactivo y activo. Así mismo sostiene que el estudio de los estudios y las fallas estructurales son estudiados mediante la ingeniería sísmica. Otros medios de investigación expusieron los resultados devastadores de los ismos últimamente. De esta manera los ismos ocurridos en los países de Chile y Haití; Japón Y Nueva Zelanda entre los años 2010 hasta la actualidad.

Según Bozzo y Barbat, (2014), mencionan que la elasticidad o estática indeterminada, donde se establecen criterios en el diseño para reducir la resistencia sísmica, esto nos muestra las diferencias entre fallas dúctiles y frágiles de una estructura, además de la absorción de fuerzas que están sujetas a la calidad de materiales a emplear en el proceso constructivo. De igual forma; Bazán, (2002), en su libro, “introducción a la sismología y a la ingeniería sísmica” nos dice que las propiedades de los materiales y sistemas estructurales están directamente relacionadas con el desempeño sísmico contra las fuerzas laterales que actúan sobre esta, además debemos recordar que no todos los sismos son de igual magnitud, y en el Perú existe un silencio sísmico que pasa los 100 años por ende estamos en la espera latente de sufrir un sismo de alta intensidad o terremoto, y este último tiene un efecto mucho mayor sobre las edificaciones por suponer mayores fuerzas que actuantes sobre las estructuras. En ese sentido; enfatizan que El sismo provoca en la estructura sobrecarga de gran intensidad, siendo estas últimas las cargas extremas las que llevan al colapso de una edificación.

Según Tischer, (2015), en su tesis planteo su objetivo en el desarrollo de un estudio para detectar la actividad sísmica en escuelas de Quebec. **Metodología** fue

experimental y aplicada siendo su muestra más de 1000 escuelas en diferentes distritos del país. **Resultados** con el análisis planteado obtuvo que 20 escuelas su probabilidad era de grado muy alto, 19 de ellas eran de grado alto, 45 era de grado moderado y por último los 20 restantes eran de grado bajo, todos estos resultados se llevaron a la parte estadística para analizar el promedio, desviación estándar teniendo como resultados esta evaluación entre 1.2 y 1.3. **Conclusiones** de la obtención de los resultados el autor indicó que de su evaluación alrededor de 20 escuelas sirvieron como identificación de refugios y las demás escuelas fueron evaluadas por los organismos distritales para cuantificar que soluciones se deben hacer para contrarrestar la vulnerabilidad sísmica que se encontró en el estudio.

Según Silva, (2014), en su tesis desarrollo el objetivo de la evaluación constante y anticipada de un sismo y que consecuencias tendría como vulnerabilidad Santiago de Chile. **Metodología** fue de enfoque cuantitativo con un nivel explicativo. **Resultados** del análisis propuesto por el autor demostró que los edificios y viviendas tendrían fallas estructurales en grandes dimensiones y que en ese momento de suceder el evento la población no estaría preparada para la magnitud de los daños. Conclusión el autor concluye que la evaluación de sus resultados obtenidos estableció varios grados de intensidad, esto en relación a que el país se encuentra en una geografía altamente sísmica.

Por consiguiente, se tiene como antecedentes nacionales a:

Gamarra, (2016), en su tesis el objetivo de esta tesis fue proponer un diseño de reordenamiento urbano, siendo su metodología descriptiva y aplicada donde utilizo como muestra fichas técnicas y encuestas la cual se aplicó a un promedio de 25 viviendas. **Resultados** el planteamiento de su diseño arquitectónico y urbano lograron reducir brechas entre sus habitantes de las viviendas con estudios, con ello permitió la identificación de la problemática social existente en el sector de estudio. El autor concluye que se debe recuperar el espacio público en el sector urbano del distrito de Chiclayo.

Prado y Yáñez, (2016), de la tesis planteada su objetivo fue evaluar la sismicidad y clasificación de las fallas estructurales en centros de salud de Ayacucho. **Metodología** fue experimental y explicativo con enfoque cuantitativo donde su muestra fue la ciudad de Santa Elena y Conchopata y los instrumentos fueron encuestas con observación visual. **Resultados** planteados por el autor sostiene que utilizó 3 grados de aceleración: el primero fue de 0.10 donde tuvo como resultados que los CS no presentaron fallas siendo el segundo 0.32 donde obtuvo que los CS presentaron fallas de gran importancia que requerirán la evacuación del ocupante para que la estructura sea mejorada o demolida y finalmente el tercero 0.37 donde los CS presentaron fallas devastadoras. Conclusiones de la obtención de los resultados se identificó que los CS, no están preparados la estructura de estos no cumple con la normativa antisísmica por lo cual deben ser demolidos y plantear un nuevo proyecto con resistencia sísmica.

Acosta, (2014), en su tesis el autor formula como objetivo el diagnóstico de las mitigaciones de fallas o desastres estructurales frente a la actividad sísmica. **Metodología** fue de enfoque cuantitativo, con un tipo de investigación aplicada y explicativo donde los instrumentos que utilizó fue la ficha de encuesta y observacional. **Resultados** para el desarrollo de lo planteado se utilizó el programa ArcGis donde evaluó el distrito de San Luis y obtuvo una cuantificación de grandes daños a nivel estructural. **Conclusiones** la determinación sísmica fue aplicada con diferentes grados de sismo para obtener un mapeo de identificación donde la vulnerabilidad son devastadoras

En la actualidad toda obra o construcción de gran envergadura debe estar diseñada con la reglamentación antisísmica, en conclusión, estas edificaciones nuevas deben tener la capacidad de resistir un sismo de gran magnitud ya que en el planteamiento inicial (elaboración del proyecto) se ha hecho los cálculos requeridos para que la estructura no se afecte en gran magnitud, teniendo como fallas mínimas y que no implique o involucre la caída de la estructura.

No obstante, dentro de los sistemas de protección sísmica, podemos encontrar tres grupos bien diferenciados, ellos son los sistemas pasivos, sistemas activos y

sistemas semiactivo; a su vez los sistemas pasivos pueden sub dividirse en tres tipos: aisladores sísmicos, disipadores de energía y disipadores de masa. En el presente trabajo de investigación, nos centraremos en los aisladores sísmicos, usados en las cimentaciones de edificaciones urbanas.

Los aisladores nos dan la posibilidad de diseñar nuevas y modernas estructuras además de readecuar o reparar estructuras existentes. Toda estructura diseñada antisísmicamente debe ser capaz de resistir las ondas sísmicas en el tiempo de la vida útil para la cual fue diseñada y esta se representa aproximadamente en 5 décadas. Entonces podemos decir que en este trascurso si se presenta un sismo la estructura solo debe presenta fallas mínimas o de menor gravedad claro está que la naturaleza es impredecible esto quiere decir que no se sabe si tendremos un sismo mayor a 8 o de menor grado.

Las normas sismo resistentes Debemos recordar que en el Perú existe un silencio sísmico de más de 100 años, a esto se presenta los parámetros que conforma este documento de investigación, en donde está presente la funcione de las variable, dimensiones e indicadores, para tener conocimiento previo de estos.

Aisladores, son instrumentos de protección frente a los sismos, estos aisladores tienen la característica de separar la cimentación con el resto de la estructura lo cual funciona con un movimiento horizontal de 180° y la estructura vertical no registra la actividad sísmica debido a la función de estos aisladores. Las edificaciones antiguas fueron diseñadas para tener un comportamiento inelástico y frente a un sismo presentaría diversos tipos de fallas, es por ello que se debe tener en cuenta las consideraciones sísmicas en nuestro país, porque se sabe que ya son más de 50 años que el Perú no presenta actividades sísmicas de grandes magnitudes. Bajo esa premisa el MVCS decretaron la normativa del uso de aisladores de forma obligatoria para hospitales de gran envergadura. Tipos de aisladores: pueden ser el astomericos (bajo amortiguamiento, núcleo de plomo, alto amortiguamiento). Estos dispositivos son usados preferentemente en edificios estructuras o instalaciones de baja altura (usualmente menos de 15 pisos). Disminuyen el impacto de un terremoto entre un 70% a un 90%.

Aisladores elastoméricos: tiene la funcionalidad de ser flexible de forma lateral lo cual le permite a la estructura realizar el desplazamiento horizontal entre las cimentaciones que se encuentra instalada en el suelo y a 70 centímetros antes de llegar al nivel cero se instala un parte del aislador quedando la instalación del nivel cero para posteriormente ejecutar la estructura vertical de acuerdo al proyecto.

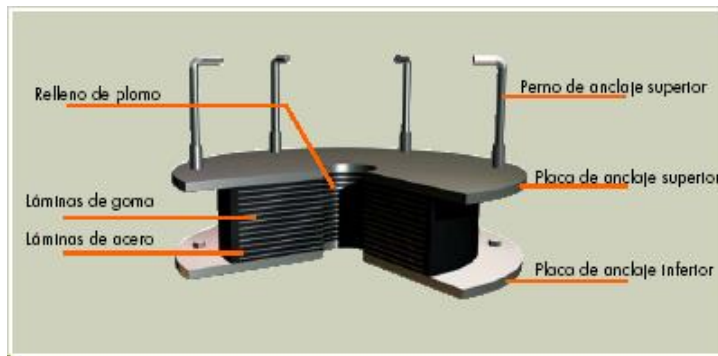


Figura 1. Esquema de un aislador elastomérico
(Fuente: aisladorsismico.blogspot.com)

Aisladores Elastoméricos de Bajo Amortiguamiento (LDRB), son instrumentos de baja capacidad, es decir solo pueden resistir pesos mínimos de la estructura ya que solo están compuestos por un bloque de caucho sin tener ningún refuerzo de conexión utilizando placas que se dieran a la estructura, actualmente ya no se utilizan ni se fabrican.

Aisladores Elastoméricos con Núcleo de Plomo (LRB): estos tienen plomo en su núcleo y permite incrementar el amortiguamiento de la estructura, cuando hay un evento sísmico el núcleo se deforma plásticamente para que el plomo fluya permitiendo la disipación de energía en calor al finalizar el evento sísmico el plomo se recristaliza y la goma permite que la estructura regrese a su posición inicial, por lo tanto el aislador recupera su funcionalidad y estará listo para una nueva actividad sísmica.

Aisladores Elastoméricos de Alto Amortiguamiento (HDRB):

Son más resistentes que los otros aisladores descritos líneas arriba porque contienen carbón, resinas y aceites también tienen la función de disipar energía y

son más sensibles a los cambios de frecuencia y temperatura de las placas tectónicas.

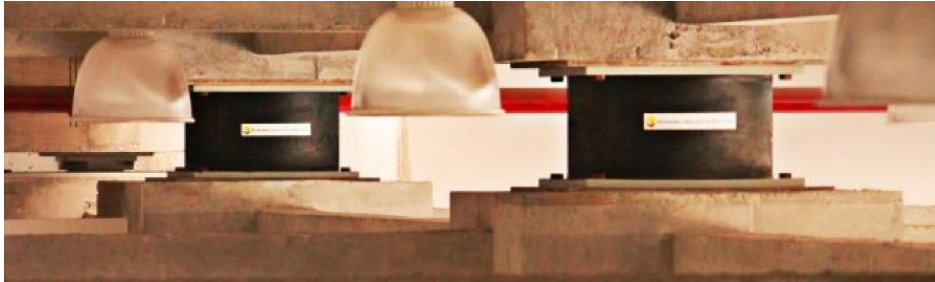


Figura 2. Aisladores elastoméricos LDRB (Fuente: briannunezconstruccion.wordpress.com)

Los aisladores tienen como función reducir la energía del sismo y que este pase a la estructura vertical que se aisló de la cimentación, de esta manera reduce el daño y es esfuerzo de la estructura para que no colapse. En el diseño antisísmico se debe tener en cuenta dos factores importantes dentro de ello son la unta sísmica propia del edificio y también se debe considerar la junta de los colindantes ya que este tenga la posibilidad de no colocar aisladores en su edificación. Como consecuencia de no tener o aplicar estos dos criterios la cimentación con aisladores no tendrá el desplazamiento necesario que requieran los aisladores para cumplir con su funcionalidad.

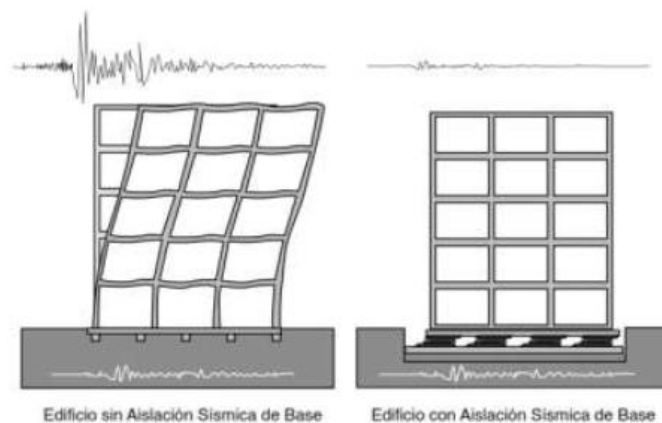


Figura 4. Comparación de aislación sísmica de una estructura (Fuente: Cámara Chilena de la Construcción)

Los objetivos para usar aisladores sísmicos es primero contar con un expediente técnico para verificar que tipo de aislador se debe usar en proyecto a edificar y también se debe evaluar la ficha técnica para saber en qué tiempo se necesita realizar los mantenimientos y evaluar el costo total para cuantificar si la ejecución de proyecto se realizara con las especificaciones técnicas que se describirán en el expediente técnico (memoria de cálculo, planos).

Cimientos, es un conjunto de elementos (zapatas, columnas, sobreseimientos, estructuras ancladas) lo cual conforman la parte estructural de una edificación y dependerá del tipo de construcción (aportricada y albañilería confinada) para saber el tipo de funcionalidad de transmisión de cargas hacia el suelo que sostiene la estructura. Cabe precisar que los suelos tienen diferentes capacidades portantes por centímetro cuadrado por ejemplo en los suelos con presencia de grava apratir de los menos 3 metros hasta los menos 10 metros en lo regular tienen una capacidad portante de 5 kilos por centímetro por recuadrado en conclusión para que exista una buena funcionalidad de cagas desde la estructura al suelo se debe realizar un estudio geotécnico. Tipos de cimentación dentro de los tipos de cimentación tenemos a las cimentaciones (directas y profundas). Cimentaciones directas: se refiere a las construcciones donde sus estructuras so livianas en el peso, y las cimentaciones son poco profundas y nos referimos a viviendas de 1 a 3 pisos; y se clasifican en zapatas aisladas y combinadas y por ultimo las losas de cimentación. Zapatas aisladas se refiere a las cimentaciones superficiales donde se puede instalar un apoyo puntual y este transmitirá la carga hacia el suelo y se le dice aislada por que solo funciona con un apoyo. Zapatas combinadas se ejecutan cuando el análisis del expediente técnico de estructuras nos indica que existirá concentración de cargas y que el terreno no tiene la capacidad portante para resistir el peso de la estructura. Losas de cimentaciones se refiere a un aplaca flotante quien tendrá como función distribuir uniformemente las cargas de la estructura, son usadas cuando se van a realizar edificaciones con sótanos y esta es sometida a fuerzas de flexión, así mismo se usan para estabilizar suelos con presencia de agua y blandos. Cimentaciones profundas favorecen en el esfuerzo cortante entre el suelo y la cimentación para resistir cargas aplicadas. Se clasifican en cuatro:

Pilotes es una opción para ejecutar una cimentación profunda, se realizan mediante la perforación en el suelo hasta encontrar el estrato del suelo requerido la instalación para cumplir con la resistencia que requiere la estructura; estos pilotes trabajan solos o también pueden ser combinados con placas de cimentación. Grupo de pilotes se refiere a un conjunto de pilotes que se unen por elementos rígidos para que su funcionamiento sea uniforme zonas pilotadas son estructuras que sirven de reforzamiento para la estructura y de esta manera reducir los asentos. Micropilotes se consideran que son de alta capacidad portante a compresión, se instalan realizando perforaciones en el suelo a través de un tubo de acero de resistencia alta en el cual se insertan las barras y luego se inyecta una lechada o mortero. Forma de Trabajo: Los pilotes tienen tres partes: punta, fuste y encepado o apoyo. Su modo de trabajo depende de la naturaleza del terreno y de la profundidad a la que se encuentre un estrato resistente. Cuando no resulta técnica o económicamente viable alcanzar un estrato con resistencia adecuada se diseñan los pilotes para su trabajo por fuste, en cuyo caso se denominan flotantes, y transmiten la carga al terreno por rozamiento. Si existe la posibilidad de llegar a una zona de mayor resistencia se considera que el pilote trabaja por punta, con contribución o no del fuste. Los Materiales; en la construcción de pilotes admite distintos materiales; concreto armado ejecutado “in situ” mediante excavación previa, aunque también podrán realizarse mediante desplazamiento del terreno o con técnicas mixtas (excavación y desplazamiento parcial), también se encuentra su homogéneo concreto prefabricado que podrá ser concreto armado (concreto de alta resistencia) u concreto pretensado o postensado.



*Figura 7. Aislador de caucho natural
(Fuente: scielo.org.co)*

Hay que tener en cuenta que, si los pilotes son de gran longitud, los armados deben estar previstos para soportar las tensiones derivadas del transporte. El acero configurado en secciones huecas de forma tubular o con perfiles en doble U; también perfiles laminados en H. La madera que se podrá utilizar para pilotar zonas blandas amplias, como apoyo de estructuras con losa o terraplenes y por último tenemos los mixtos, formados de acero tubular rodeado y/o rellenos de mortero.

Estabilización: Se incluyen en este apartado en sentido amplio todas aquellas operaciones cuyo objetivo sea aumentar la capacidad portante del terreno o su rigidez, es decir, la compactación, el drenaje, la pre-consolidación y la protección de la superficie contra la erosión y la infiltración de la humedad, aunque en la actualidad se va restringiendo a la modificación de la composición del suelo. Esta modificación suele consistir en la adición de materiales que mejoran la capacidad portante y reducen la permeabilidad del terreno. Uno de los métodos más utilizados es la inyección de una mezcla fluida que posteriormente fragua y endurece. Los principales tipos son:

Impregnación: Sustitución del agua y/o gas intersticial en un medio poroso, por una lechada inyectada a una presión suficientemente baja, que asegure que no se producen desplazamientos significativos de terreno. El relleno de fisuras; es la inyección de lechada en las fisuras, diaclasas, fracturas o discontinuidades en general de formaciones rocosas. El relleno de huecos; este procedimiento consiste en la colocación de una lechada, con un alto contenido de partículas, para el relleno de grandes huecos. La inyección por compactación; este consiste en un método de inyección con desplazamiento del terreno, en el cual se introduce un mortero de alta fricción interna en una masa de suelo. Fracturación hidráulica; consiste en la inyección del terreno mediante su fracturación por lechada, con una presión por encima de su resistencia a tracción y de su presión de confinamiento. También se denomina hidrofracturación, hidrofisuración, “hidrojacking” o “claquage”. La columna; se refiere a una estructura vertical y su función principal es transmitir las cargas de la edificación hacia la cimentación; estas son sometidas a las fuerzas de flexión y compresión además de ello es el eje de soporte de la estructura. La falla de las columnas, son deficiencias por malos cálculos y diseño también pueden ser por la mala elección de los agregados y el aglomerante. Otra tipo de falla es por la incorrecta ejecución insitu.

El diseño de columnas consiste esencialmente en la selección de una sección transversal adecuada con refuerzo para resistir una combinación requerida de carga axial factorizada y momento factorizado (primario) incluyendo la consideración de la esbeltez de la columna (momentos secundarios). En columnas cargadas excéntricamente, la falla se puede presentar como resultado de una falla en el material por fluencia inicial del acero en la cara de tensión o por el aplastamiento inicial del concreto en la cara en compresión. Si la columna falla de esta manera se clasifica como columna corta. Si una columna es susceptible de sufrir grandes deformaciones laterales puede producirse lo que se conoce como falla por estabilidad o falla por pandeo. Refuerzo Transversal: La resistencia global de la estructura depende también de cómo es la respuesta estructural de sus componentes. Generalmente, las columnas poseen menos resistencia flexión y cortante que los muros de carga. Muros esbeltos son empleados para incrementar la rigidez lateral y resistencia a pórticos de media y gran altura. Tales muros son capaces de contrarrestar los altos momentos de vuelco y cortantes en la base. El requerimiento de Flexión; los aisladores son dispositivos lateralmente flexibles, así mismo son capaces de resistir las cargas verticales de la estructura. Debido a que los aisladores son más flexibles que la estructura, la mayor parte de los movimientos laterales se producen en ellos. Como consecuencia, la estructura aislada percibe menos movimiento y una notable disminución de las fuerzas sísmicas, es donde los requerimientos de flexión se presentan de manera natural o especial. Resistencia estructural: La resistencia es la capacidad que tienen los elementos estructurales de aguantar los esfuerzos a los que están sometidos sin colapsar, la ingeniería de materiales es la disciplina que se encarga de estudiarlos y determinar su aptitud para resistir mejor unos esfuerzos u otros. Una de las características de la respuesta estructural es la rigidez que se define como la capacidad de un elemento o un conjunto de elementos estructurales de resistir desplazamientos cuando está sujeto a acciones y este parámetro es expresado como la relación de fuerza y desplazamiento, el valor no es constante en la estructura, K_i es la rigidez para un desplazamiento requerido y su correspondiente fuerza resistente V_i . La rigidez gráficamente es la pendiente tangente a un punto cualquiera en la curva o lo que es lo mismo la derivada de esa función en un punto dado.

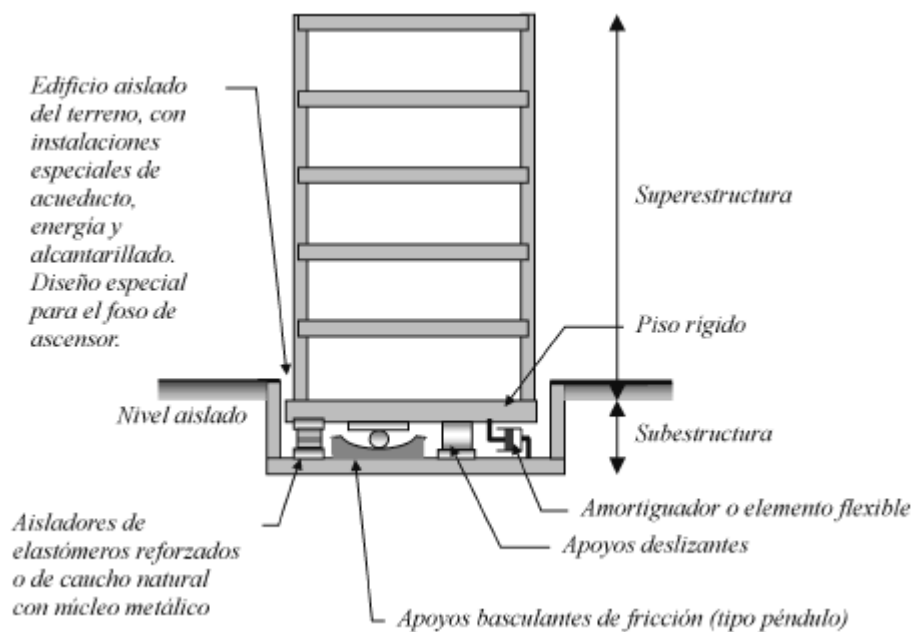


Figura 8. Técnica de aislamiento sísmico en la base
(Fuente: scielo.org.co)

El daño sísmico a las estructuras según Bonnet Díaz, (2003) nos dice que se refiere a la magnitud del daño material u humano los daños sísmicos dependerán de dos factores la magnitud de las aceleraciones y la frecuencia de las ondas de estos dos factores la más determinantes en provocar considerables daños es la frecuencia de ondas por ejemplo las edificaciones pequeñas poseen una frecuencia natural alta y las edificaciones altas poseen frecuencias naturales bajas. hablando el daño está íntimamente relacionado a deformaciones irreparables (inelásticas). Debido a esto, con la experiencia de los sismos y el avance tecnológico en diferentes lugares, se ha llegado a considerar la no linealidad de los materiales en el análisis y en diseño sísmico, es así que mediante ensayos de laboratorio y/o procedimiento de análisis se puede determinar un comportamiento de los materiales. Sin embargo, es claro que es complicado cuantificar el daño y que todavía no existe un criterio estandarizado”

Los elementos susceptibles a daños son los sistemas expuestos como los elementos estructurales que componen el sistema resistente frente a las cargas verticales gravitatorias y laterales sísmicas, elementos arquitectónicos que no son estructurales y que no resisten cargas y usualmente se usan para dividir espacios

o cumplen una función estética; sin embargo, su interacción con la estructura es importante otros sistemas que pueden ser afectados son las Instalaciones que suministran servicios como agua, electricidad, alcantarillado y conducciones de gas y por ultimo elementos que están dentro de la edificación pero no son parte de la misma: mobiliario, equipos, maquinarias.

Los factores que inciden en la vulnerabilidad de las edificaciones, según Alonso G. (2014) son: Los factores Geológicos: sismicidad de la zona, magnitud del terremoto, fallamiento superficial, características geotectónicas locales, interacción suelo-estructura, amplitud y duraciones de las sacudidas fuertes del terreno, asentamiento del terreno, licuefacción del suelo, inestabilidad de taludes, avalanchas, tsunamis, Factores Estructurales: tipología estructural, características de los de materiales (acero, concreto armado, madera, mampostería, etc.), errores en la estimación de las cargas a las que será sometida la estructura, deficiencia en el análisis y diseño estructural, ductilidad disponible, problemas de torsión, irregularidades por rigidez (pisos blandos, columnas corta), deformación lateral entre niveles contiguos superiores a los valores máximos permitidos, distribución asimétrica de rigideces y masas, geometría irregular en planta, detalles del refuerzo estructural deficiente en las conexiones o nudos y armado de elementos, golpeteo o colindancia de edificaciones contiguas. Factores arquitectónicos: Configuración geométrica irregular en planta y en elevación de la edificación, parámetros urbanísticos (retiros, alturas, porcentajes de construcción, etc.), grandes luces y pocas columnas, distribución asimétrica o impropia de elementos fachada, utilización indiscriminada de materiales inflamables, uso excesivo de ductos, ubicación asimétrica del núcleo de escaleras y de ascensor, sistemas de escape deficiente o inexistente, distribución errática de la tabiquería. Factores Constructivos: este se refiere a diferentes factores siendo uno de ellos el deficiente proceso de encofrado agregados que no cumplen con la normativa y que son utilizado en el proceso constructivo, manos de obra no calificada falta de supervisión escasas de resistencia al fuego, no respetar las juntas sísmicas todo esto descrito es producto de no contar con un expediente técnico de lo que se quiere construir y también no contar con el ingeniero residente de obra. Factores Socio-económicos: Cambio del uso previsto en la edificación en original, utilización

de materiales no aptos para resistir sismos, falta de información y de sistemas de alerta rápida, reducción de la población, remuneración deficiente a profesionales responsables del proyecto estructural, viviendas de bajo recursos, no apropiados para zonas sísmicas, ordenanzas vigentes, falta de recursos económicos, poca comunicación entre el ingeniero y el arquitecto, falta de planes de contingencia durante desastres. Un análisis de vulnerabilidad según la Organización Panamericana de la Salud (2000) su objetivo, fue la determinación de la susceptibilidad o el nivel de daño que puede esperarse en la estructura de una edificación frente a un desastre determinado. La vulnerabilidad estructural de una edificación, se puede analizar mediante los métodos cuantitativos y cualitativos; cualitativos, se emplean si se pretende evaluar si más de una edificación es vulnerable, también cuando se tiene certeza acerca de la seguridad que ofrece debido a la buena praxis constructiva y un diseño adecuado de una determinada estructura y se pretende corroborar dicho nivel de seguridad; métodos cuantitativos, empleados cuando la importancia de la edificación así lo amerita, o cuando los métodos cualitativos no son determinantes con respecto a la seguridad de la edificación. Estos representan una condición límite o tolerable en función a los aspectos anteriormente mencionados. El desempeño se cuantifica según el daño que tiene la estructura afectado por un sismo y la consecuencia que tiene en momentos posteriores.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Este estudio científico de acuerdo al fin es **aplicada**, porque estudia las posibilidades y la base de las teorías para las nuevas y futuras posibles soluciones, de los cuales se transforman y se cumplen de las bases teóricas a un énfasis práctico, con la propuesta y la finalidad de obtener datos e información relevantes, en donde se pueda demostrar las diferencias de la influencia de los aisladores sísmicos en cimentación de viviendas urbanas en la resistencia estructural sísmica en las edificaciones de Lima, ya que son de vital importancia. Sánchez (2004, p. 42) sostiene que cuando el estudio es de tipo aplicada, incluye un agrupamiento de actividades, que contiene como objetivo manifestar y utilizar el nuevo conocimiento adquirido y de esta manera emplearlos en beneficio de mejorar la calidad y productividad.

Diseño de investigación: Investigación Experimental: Cuasi-Experimental. De manera que se ha operado una variable independiente en la determinación de los resultados de la variable dependiente y de Corte transversal o transaccional.

Enfoque Cuantitativo

tiene como objetivo obtener respuestas numéricas como resultados de los ensayos realizados. SAMPIERI, C. y LUCIO. (2015, p.151). el estudio transversal, permite la recolección de información en un determinado momento. Según Rojas (2011, p.10) la investigación cuantitativa, es la aplicación de utilizar las matemáticas para cuantificar la recolección de datos y ser analizadas mediante tablas estadísticas dando paso a la obtención de resultados óptimos de la muestra en estudio y después podemos concluir de manera generalizada.

Nivel Relacional es la relación que existe entre las variables que permitirá analizar y estudiarse entre sí, según los lineamientos del método científico, utilizando el programa ETAPS v.2016

3.2 Variables y Operacionalización

Definición conceptual

Variable Independiente (X): Aisladores sísmicos: Saavedra (2015) nos dice que, el aislador sísmico es un elemento de apoyo de alta flexibilidad o baja resistencia que independiza a la estructura del movimiento que se propaga por el suelo donde ésta se funda.

Variable dependiente (Y): Respuesta estructural: Enduran (2015) señala que la respuesta estructural, es un valor utilizado en los cálculos de ingeniería sísmica, que mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta.

Definición operacional

Variable Independiente (X): Aisladores sísmicos: Para el análisis de la influencia de los aisladores sísmicos en zapatas de edificaciones urbanas en Lima, utilizaremos softwares de modelamiento, ETABS 2016.v2.0

Variable dependiente (Y): Respuesta estructural: La variable dependiente será ensayada utilizando un software de modelamiento estructural ETABS 2016.v2.0 el cual nos dará resultados del análisis sismo dinámico de la estructura.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Para el estudio planteado se analizó una estructura modelada en ETABS 2016.v2.0, de un edificio multifamiliar.

La población analizada serán las viviendas multifamiliares de San Juan de Lurigancho usando el método probabilístico intencional, se elaborará un prototipo y será sometida a análisis a través de software de modelamiento estructural.

Muestra

Para el presente estudio de investigación, se modelará una edificación multifamiliar, ubicado en Av. Wiese de San Juan de Lurigancho mediante el software ETABS 2016.v2.0 para comparar la respuesta estructural utilizando aisladores sísmicos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Al respecto con las técnicas en esta investigación, se aplicó el análisis de resultados obtenidos en el modelamiento estructural elaborado en el programa ETABS 2016.v2.0 para la comparación de desplazamientos, derivas y fuerzas cortantes en base de reglas y procedimientos del reglamento nacional de edificaciones, los resultados permitirán obtener manifestar de una manera científica parámetros de un enfoque cuantitativo numérico, la técnica utilizada depende del instrumento aplicado, para proponer una alternativa de solución. Asimismo, se utilizaron la observación y comparación de resultados obtenidos por el programa ETABS 2016.v2.0 modelamiento estructural, con la finalidad de probar las Hipótesis.

Instrumento de recolección de datos

En esta investigación se utilizó como instrumento de evaluación: la norma E.020 cargas, la norma E.030 – diseño sismo resistente, la norma E.060 – diseño de concreto armado, E.031 – diseño de aisladores sísmicos y el Programa ETABS 2016.v2.0, tanto para el modelamiento como para determinar las diferencias en desplazamientos, derivas, y fuerzas cortantes en la estructura analizada.

Validez y confiabilidad

Validez: El presente trabajo fue modelado mediante el software ETABS 2016.v.20, cuyos resultados son respaldados mediante un análisis acorde a la normativa vigente.

Confiabilidad: La confiabilidad de los instrumentos, deben estar validados para que los resultados sean óptimos y nos permita explicar o fundamentar la respuesta del problema planteado, como por ejemplo la matemática donde sus resultados son exactos y confiables. Lo cual, los índices de confiabilidad de los programas utilizados están comprobados, al ser utilizados para modelar estructuras modernas funcionales en la actualidad.

3.5 Procedimientos

El procedimiento para la recolección de datos suele realizarse mediante un análisis estadístico, que se conforma por fases. En primer lugar, se acudió al lugar donde se está realizando la investigación para poder obtener información necesaria para realizarla. Lo cual se toma como análisis la información estadística de la

Municipalidad de Lima y del INEI; posteriormente se realizó el estudio observable de las edificaciones presentes en el Cercado de Lima, en la zona céntrica, la cual se forma de 36 viviendas más susceptibles y críticas ante un próximo movimiento telúrico. Así mismo, se usó para el diseño de análisis de datos los programas de Excel, donde se trabajará la información para comprobar si nuestra hipótesis es válida.

La confiabilidad se refiere al grado de consistencia de los resultados iguales que se han obtenidos mediante la aplicación repetitiva del instrumento de medición

3.6 Método de análisis de datos

Esta metodología tiende a derivar de las características de medición y sus fenómenos estructurales, en donde se analiza entre sus variables que previamente fueron estudiadas de una manera estática, posterior mente sometida a una fuerza sísmica para obtener el análisis modal espectral de la estructura y se aprovechó al máximo los datos obtenidos por el programa ETABS 2016.v2.0 los cuales fueron elegidos para evaluación; las fuerzas cortantes, derivas de la estructura y desplazamiento máximo, para determinar de forma exitosa y clara la obtención de resultados y tenga una finalidad útil y veras por la metodología utilizada.

3.7 Aspectos éticos

El diseño de la estructura modelo analizada, es de autoría propia en concordancia con las normas técnicas peruanas de edificación, por ende, la presente investigación cuenta con los procedimientos y conductas normadas por la ética que me brinda la guía de trabajo de investigación de la UCV. Lo cual, se reafirma la autenticidad de la obtención de datos de la presente investigación.

IV. RESULTADOS

Memoria descriptiva: El edificio multifamiliar que ha modelado, se encuentra ubicado en el distrito de san juan de Lurigancho, provincia de lima, departamento de lima.

Figura 09 ubicaciones fuente: google mapas



4.2 Descripción de la edificación: la edificación tiene un sistema estructural a porticado, cuenta con 8 niveles o pisos, con presencia de placas encajonadas en el ascensor y en la escalera.

La edificación cuenta con las siguientes características de altura:

Nivel 1 altura entre piso de 2.70m

Nivel 2 al nivel 8, altura típica de 2.65m

Sumando una altura acumulada de 21.25 m.

- En la dirección X tenemos 4 luces o 5 columnas
- En la dirección Y tenemos 6 luces o 7 columnas

En las siguientes imágenes se muestra la distribución en planta de la edificación.

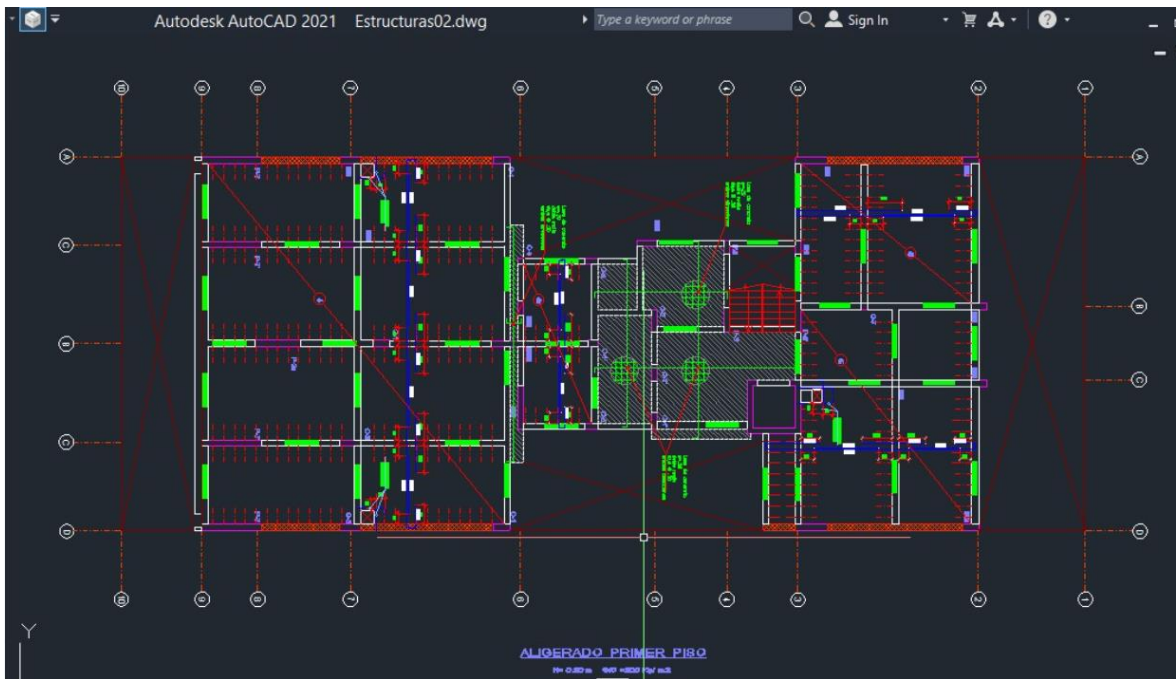


Figura 10 vista del arreglo general en planta típica

Materiales

El concreto: el concreto utilizado en el modelamiento estructural tiene una resistencia a la compresión de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

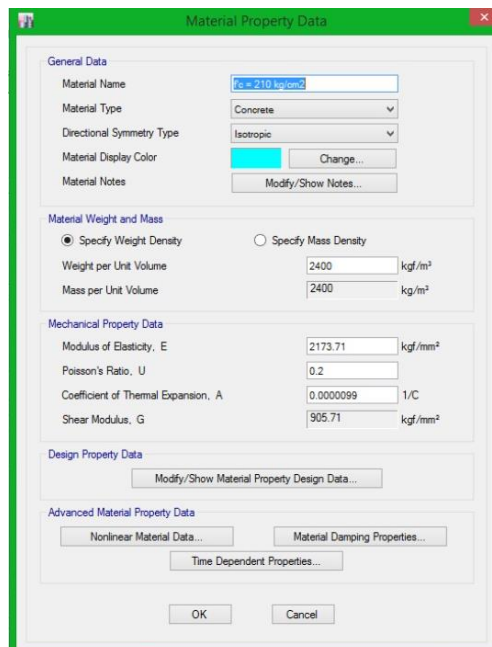


Figura 13 propiedades del concreto utilizado en el modelamiento estructural

Acero: el Acero utilizado en el modelamiento estructural tiene una fluencia de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Secciones de las estructuras

Las estructuras mostradas están modeladas en el software ETABS 2016 V2.0 y tiene las siguientes características

Columna:

En el proyecto cuenta con las siguientes secciones de columnas:

- C - 1 - X (25x65)
- C - 1 - Y (25x65)
- C - 2 (50x25)
- C - 3 (40x40)

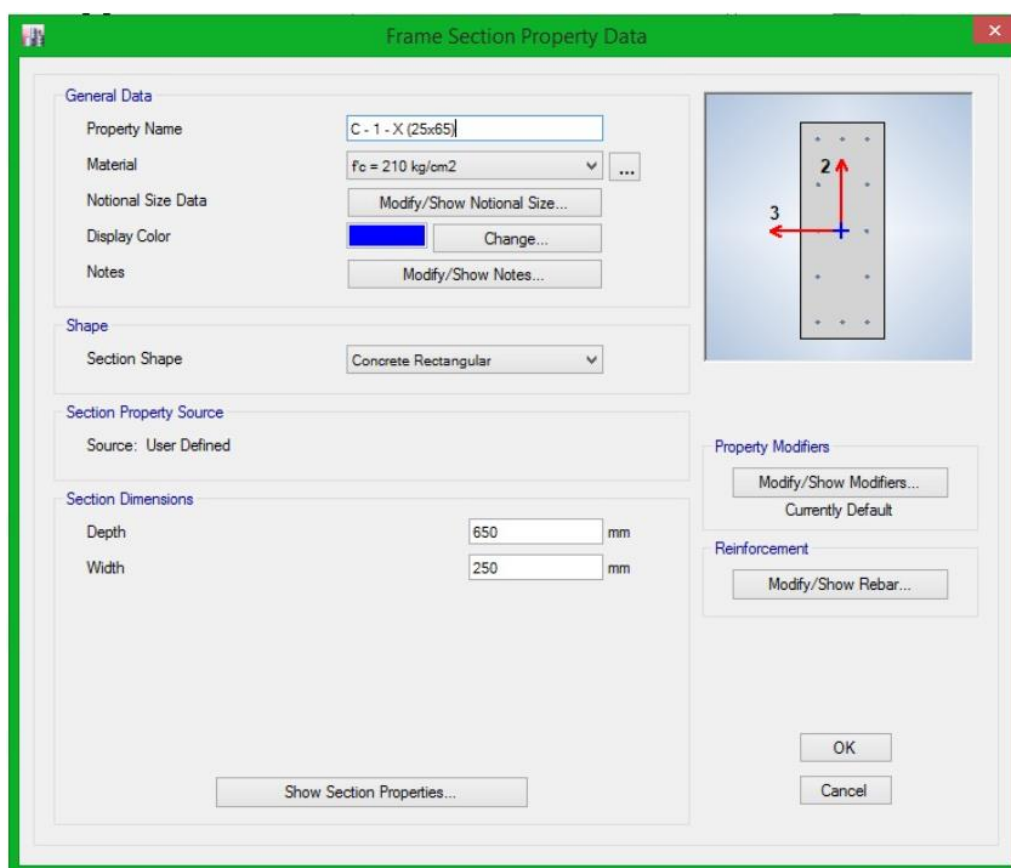


Figura 14 seccion de columna C1- fuente propia

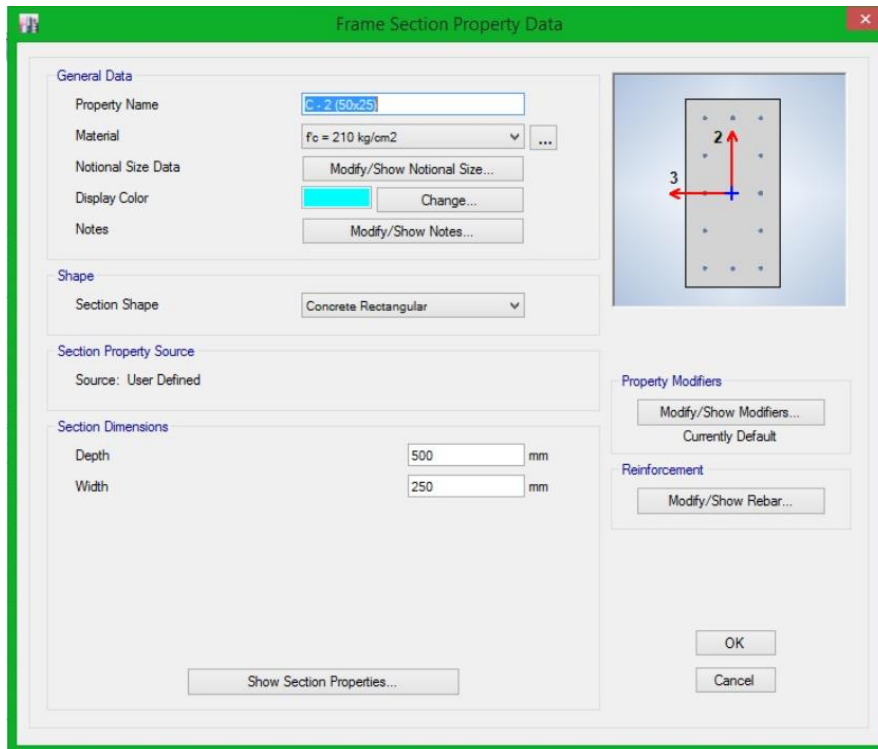


Figura 15 sección de columna C2

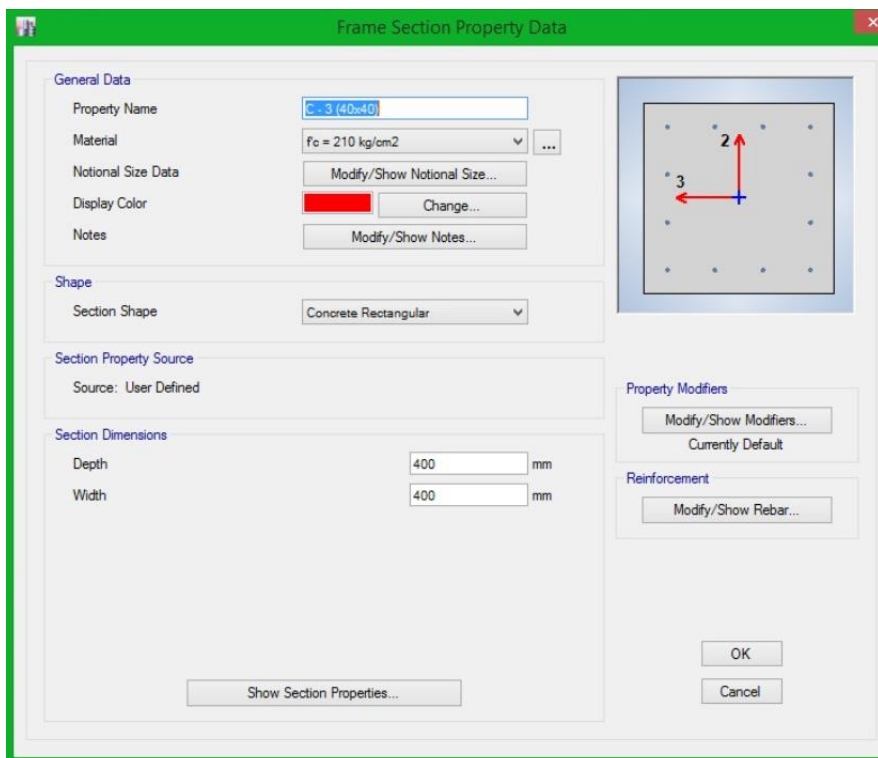


Figura 16 sección de columna C3 – fuente propia

Viga

En el proyecto cuenta con las siguientes secciones de vigas:

- Viga 25x50
- Viga 30x60

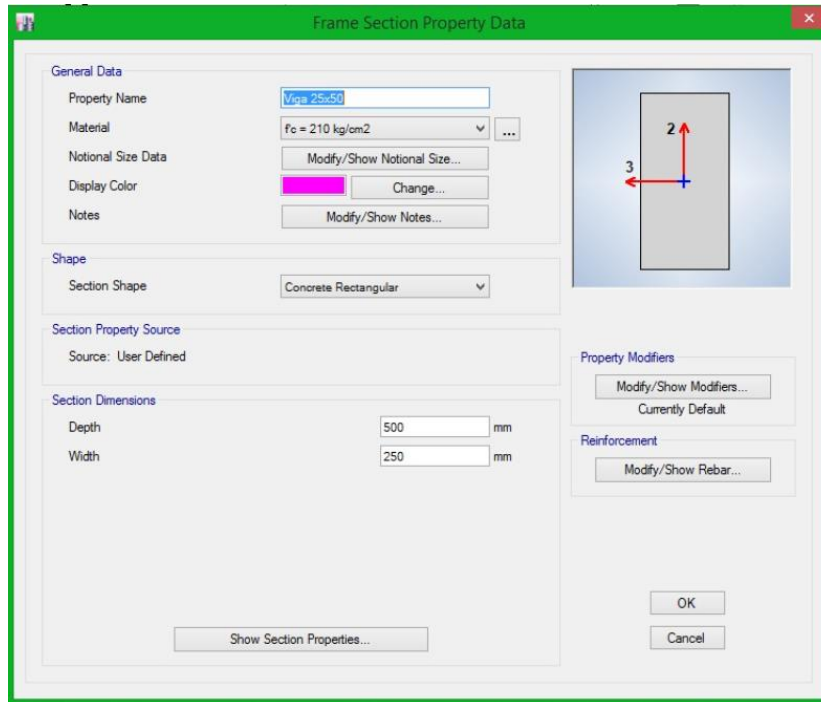


Figura 17 sección de viga 25x50 – fuente propia

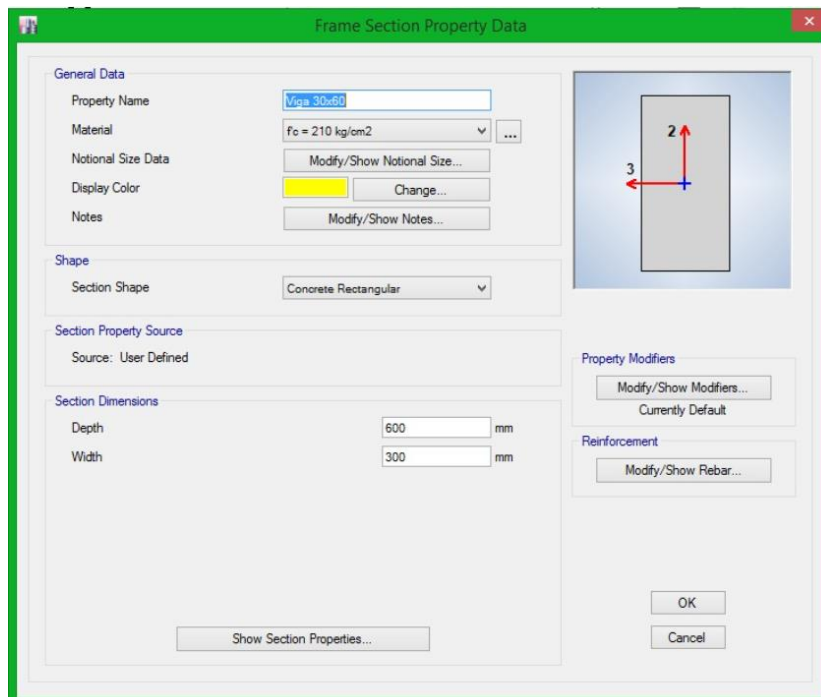


Figura 18 sección de viga 30x60 – fuente propia

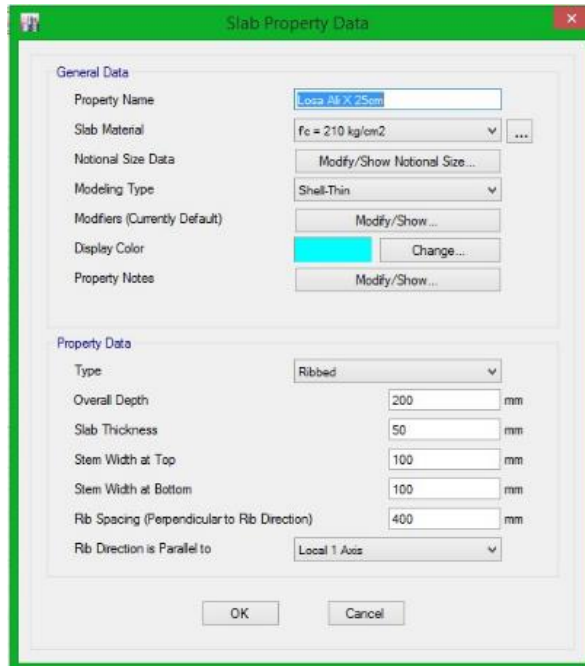
Losa

Para el modelamiento de las losas, se consideraron las siguientes secciones:

Losa Ali X 20cm

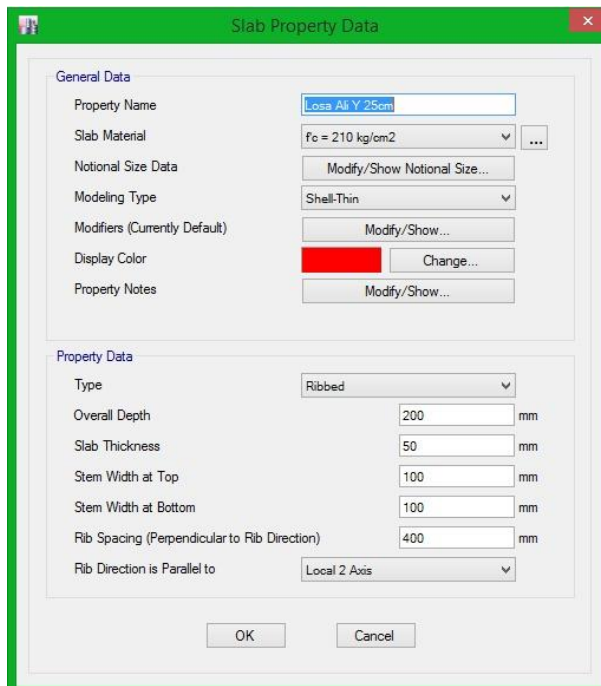
Losa Ali Y 20cm

Losa Maciza 20cm



The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box. Under 'General Data', the 'Property Name' is 'Losa Ali X 25cm', 'Slab Material' is 'fc = 210 kg/cm2', 'Modeling Type' is 'Shell-Thin', and 'Display Color' is a light blue. Under 'Property Data', the 'Type' is 'Ribbed', 'Overall Depth' is 200 mm, 'Slab Thickness' is 50 mm, 'Stem Width at Top' is 100 mm, 'Stem Width at Bottom' is 100 mm, 'Rib Spacing' is 400 mm, and 'Rib Direction is Parallel to' is 'Local 1 Axis'.

Figura 19 losa aligerada en X de 25cm – fuente propia



The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box. Under 'General Data', the 'Property Name' is 'Losa Ali Y 25cm', 'Slab Material' is 'fc = 210 kg/cm2', 'Modeling Type' is 'Shell-Thin', and 'Display Color' is red. Under 'Property Data', the 'Type' is 'Ribbed', 'Overall Depth' is 200 mm, 'Slab Thickness' is 50 mm, 'Stem Width at Top' is 100 mm, 'Stem Width at Bottom' is 100 mm, 'Rib Spacing' is 400 mm, and 'Rib Direction is Parallel to' is 'Local 2 Axis'.

Figura 20 losa aligerada en Y de 25cm – fuente propia

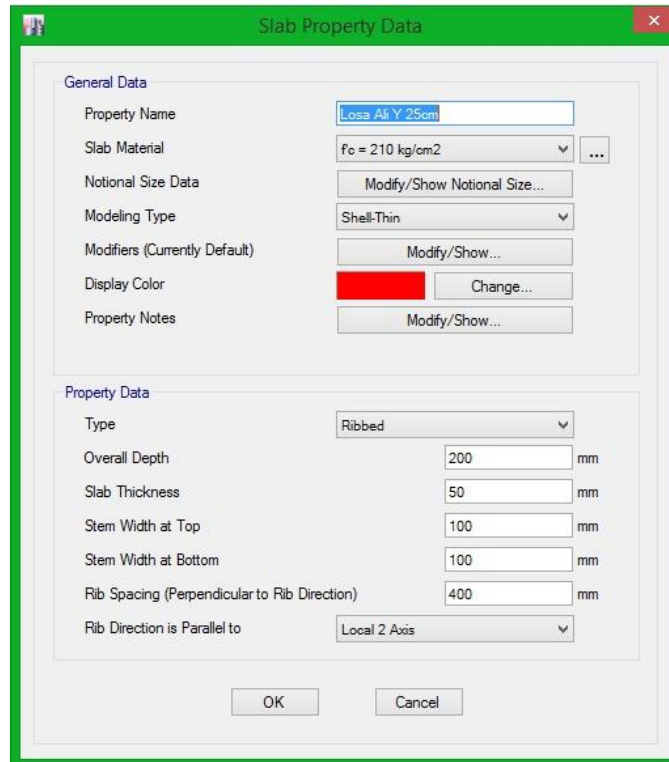


Figura 21 losa maciza de 20cm – fuente propia

Placa:

Para el modelamiento de la edificación multifamiliar se consideró las siguientes dimensiones en placas:

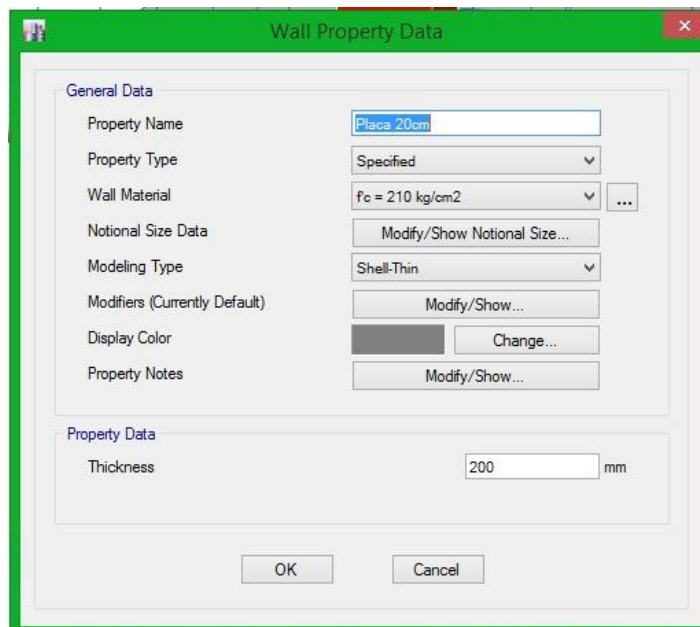


Figura 22 placa E =20cm – fuente propia

Cargas de diseño

Para la realización del modelamiento estructural de la edificación multifamiliar se utilizó los parámetros de las normas E.020, del Reglamento nacional de edificaciones.

Peso propio

El peso propio será calculado automáticamente en el software ETABS 2016 v 2.0 con las propiedades mecánicas introducidas al diseño

Carga muerta

La carga muerta para el diseño de la edificación será de acuerdo a la norma E.020 como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabiquería 150Kg/mt²

Acabados 150Kg/mt²

Ladrillos de Losa 80Kg/mt²

Carga viva

Carga viva por piso 250Kg/mt²

Carga viva para techo 100Kg/mt²

Peso sísmico

Para el análisis del pesos sísmico, se empleó la norma E.0.30, donde se establece, que por tener la edificación categoría tipo C, el 100% del peso del peso propio mas el 100% de la carga muerta más el 25% de la carga viva y de techo

$$Peso\ Sismico = 100\%CM + 25\%(CV + CVT)$$

DESCRIPCIÓN DE CARGA	Valor (Kg/m ²)
peso propio	ETABS2016
Losa ladrillos	80
Acabados de piso	150
Tabiquería	150
Carga viva piso típico	250
Carga viva azotea	100
peso sísmico	100%CM+25%(CV+CVT)

4.3 Modelo estructural

En la siguiente imagen se muestra el modelamiento de una edificación multifamiliar de 8 niveles de sistema aporricado, presenta placas encajonadas para la colocación de asesores y la elaboración de la escaleras

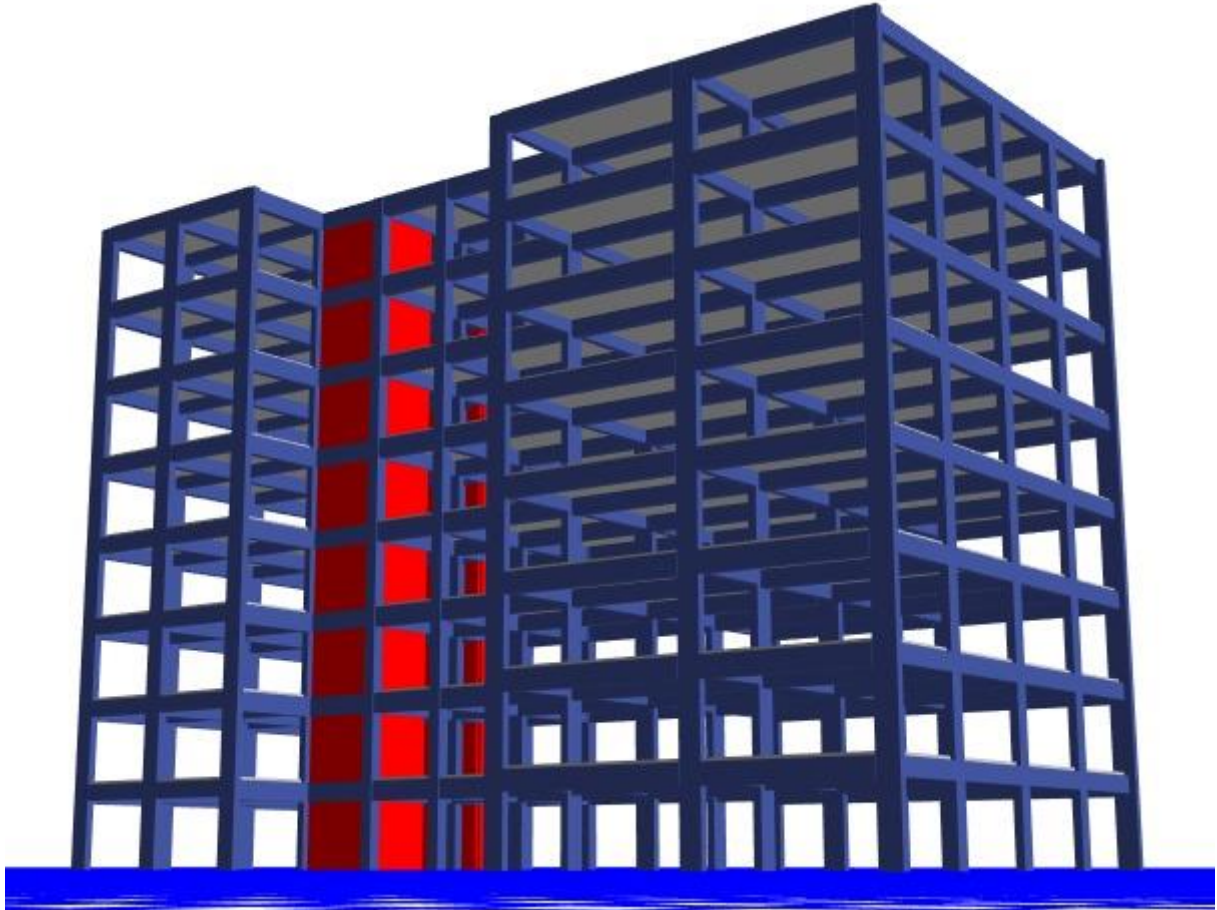


Figura 23 placa E =20cm – fuente propia

4.4 ANÁLISIS SÍSMICO EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 8 NIVELES SUELO TIPO 1 SIN AISLADOR SÍSMICO

4.4.1 ANÁLISIS ESTÁTICO

Parámetros sísmicos normativos

Z = zona: El edificio multifamiliar se encuentra localizado en el distrito de San Juan de Lurigancho – Lima, por ende en la Norma E.030 en el anexo 01 en el mapa de zonificación sísmica, le corresponde al presente distrito, zona 4, por tanto le corresponde un factor de **Z = 0.45**

ZONAS SÍSMICAS



Figura 24 fuente norma E0.30

Uso: en la tabla número 5 de la norma de diseño sismo resistente E.030 categoriza a la edificación de análisis de tipo común (tipo C) por tanto le corresponde un factor de **U = 1**

Suelo: El tipo de suelo existente en la Zona es de tipo 1, por tanto **S = 1**

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Figura 25 fuente norma E0.30

Coficiente de amplificación sísmica: el coeficiente de amplificación sísmica se determina con las siguientes expresiones que dependen del periodo de fundamental de vibración de la estructura:

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

T es el período de acuerdo al numeral 4.5.4, concordado con el numeral 4.6.1.

El T_P y el T_L se determinan con la tabla número 4 de la norma E.030

Tabla N° 4 PERÍODOS "T _P " Y "T _L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Figura 26 fuente norma E0.30

El Periodo Fundamental de Vibración (T)

El periodo fundamental de vibración se puede determinar de dos maneras

El primero se efectúa siguiendo lo que establece la norma E.030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

El segundo método de cálculo, lo establece el análisis del software ETABS 2016. V2.0.

En la siguiente Imagen se puede apreciar los resultados obtenidos del cálculo del periodo fundamental, los que se utilizaran para el análisis son los dos primeros modos, los que corresponden a las direcciones X y Y

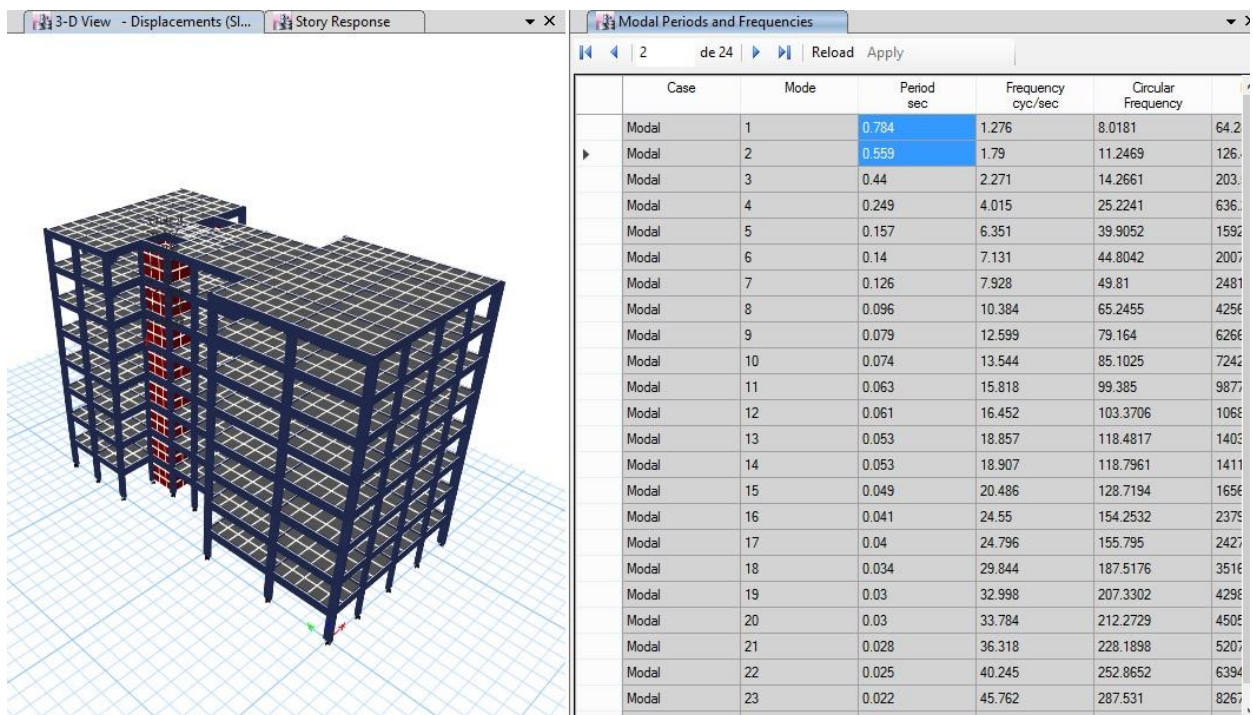


Figura 27 fuente propia ETABS 2016

Cálculo del Coeficiente de Amplificación Sísmica (C)

$$T_x = 0.784s$$

$$T_y = 0.559s$$

De la tabla N° 4 de la norma E.030, el $T_p = 0.4$ y $T_L = 2.5$, entonces evaluamos que el tipo de ecuación que nos permitirá calcular el C es la siguiente:

$$T_p < T < T_L \qquad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

como $T_p < 0.784 < T_L$ Entonces $C_x = 2.5 \times \left(\frac{0.4}{0.784}\right) = 1.28$

como $T_p < 0.559 < T_L$ Entonces $C_y = 2.5 \times \left(\frac{0.4}{0.559}\right) = 1.79$

Coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R)

Para determinar el R se considera las tablas N°7 N°8 y N°9 de la norma E.030, en donde se extrae los siguientes valores:

$$R_o = 8 \rightarrow (\text{sistema estructural aporricado})$$

Irregularidad en planta IP: En la dirección X no presenta irregularidades en la dirección Y presenta esquinas entrantes, por tanto el $IP_x = 1$ e $IP_y = 0.9$

Irregularidad en Altura Ia: En ambas direcciones no hay irregularidad por tanto:

$$I_a = 1 \text{ en ambas direcciones}$$

$$R_x = R_o \times I_a \times IP = 8 \times 1 \times 0.9 = 7.2$$

$$R_y = R_o \times I_a \times IP = 8 \times 1 \times 1 = 7.2$$

ANÁLISIS ESTÁTICO EN X E.030

Zona	Z 4	R = 1.00
Categoría	C	R = 0.72
Suelo	S 1	R = 14.46
Tp (s)	0.4	R = 5.21
Tl (s)	2.5	R = 7.20
T (s)	0.723	
Ro	8.0	
Ip	0.90	Esquinas entrantes
Ia	1.00	

$$\frac{ZUCS}{R} = 7.55866$$

$$C/R \geq 0.11 \quad 0.72 \quad \text{OK}$$

Donde:

$$k = 1.1115$$

a) Para T menor o igual a 0.5: $k = 1.0$

b) Para T mayor que 0.5: $k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$

ANÁLISIS ESTÁTICO EN Y E.030

Zona	Z 4	R = 0.45
Categoría	C	R = 1.00
Suelo	S 1	R = 1.00
Tp (s)	0.4	R = 1.89
Tl (s)	2.5	R = 8.00
T (s)	0.530	
Ro	8.0	
Ip	1.00	
Ia	1.00	

$$\frac{ZUCS}{R} = 0.106 \quad 0.106132075$$

$$C/R \geq 0.11 \quad 0.24 \quad \text{OK}$$

Donde:

$$k = 1.02$$

a) Para T menor o igual a 0.5: $k = 1.0$

b) Para T mayor que 0.5: $k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$

Una vez calculado los parámetros para efectuar el análisis estático se procede a realizar el análisis dinámico

4.4.2 ANÁLISIS DINÁMICO

El análisis dinámico es denominado también análisis modal espectral el cual se calcula haciendo de un espectro inelástico de pseudo aceleraciones, para ello se hace referencia a lo que dice la norma E.030 en el numeral 4.6

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \times g$$

Dónde:

- S_a = pseudo aceleración m/s²
- Z = zona
- U = uso
- C = coeficiente de amplificación sísmica
- R = coeficiente de Reducción sísmica
- g = aceleración de la gravedad

Zona	Z 4	Z = 0.45
Categoría	C	U = 1.00
Suelo	S 1	S = 1.00
Tp (s)	0.4	
TI (s)	2.5	R = 8.00
Ro	8.000	
Ip	1.000	
Ia	1.000	

Aceleración de la Gravedad:
9.80665 m/s ²

T	ZUCS/R
0	1.379
0.01	1.379
0.02	1.379
0.03	1.379
0.04	1.379
0.05	1.379
0.06	1.379
0.07	1.379
0.08	1.379
0.09	1.379
0.1	1.379
0.2	1.379
0.3	1.379
0.4	1.379
0.5	1.103
0.6	0.919
0.7	0.788
0.8	0.690
0.9	0.613
1	0.552
1.1	0.501
1.2	0.460
1.3	0.424
1.4	0.394
1.5	0.368
1.6	0.345
1.7	0.324
1.8	0.306
1.9	0.290
2	0.276
2.1	0.263
2.2	0.251
2.3	0.240
2.4	0.230
2.5	0.221
2.6	0.204
2.7	0.189
2.8	0.176
2.9	0.164
3	0.153

T	ZUCS/R
3.2	0.135
3.3	0.127
3.4	0.119
3.5	0.113
3.6	0.106
3.7	0.101
3.8	0.096
3.9	0.091
4	0.086
4.1	0.082
4.2	0.078
4.3	0.075
4.4	0.071
4.5	0.068
4.6	0.065
4.7	0.062
4.8	0.060
4.9	0.057
5	0.055
5.1	0.053
5.2	0.051
5.3	0.049
5.4	0.047
5.5	0.046
5.6	0.044
5.7	0.042
5.8	0.041
5.9	0.040
6	0.038
6.1	0.037
6.2	0.036
6.3	0.035
6.4	0.034
6.5	0.033
6.6	0.032
6.7	0.031
6.8	0.030
6.9	0.029
7	0.028
7.1	0.027

T	ZUCS/R
3.1	0.144
7.2	0.027
7.3	0.026
7.4	0.025
7.5	0.025
7.6	0.024
7.7	0.023
7.8	0.023
7.9	0.022
8	0.022
8.1	0.021
8.2	0.021
8.3	0.020
8.4	0.020
8.5	0.019
8.6	0.019
8.7	0.018
8.8	0.018
8.9	0.017
9	0.017
9.1	0.017
9.2	0.016
9.3	0.016
9.4	0.016
9.5	0.015
9.6	0.015
9.7	0.015
9.8	0.014
9.9	0.014
10	0.014
11	0.011
12	0.010



Figura 28: Espectro de pseudo aceleraciones X – Y, Fuente: Propia

En la siguiente imagen se presenta el espectro de pseudo aceleraciones introducidas en el modelo estructural

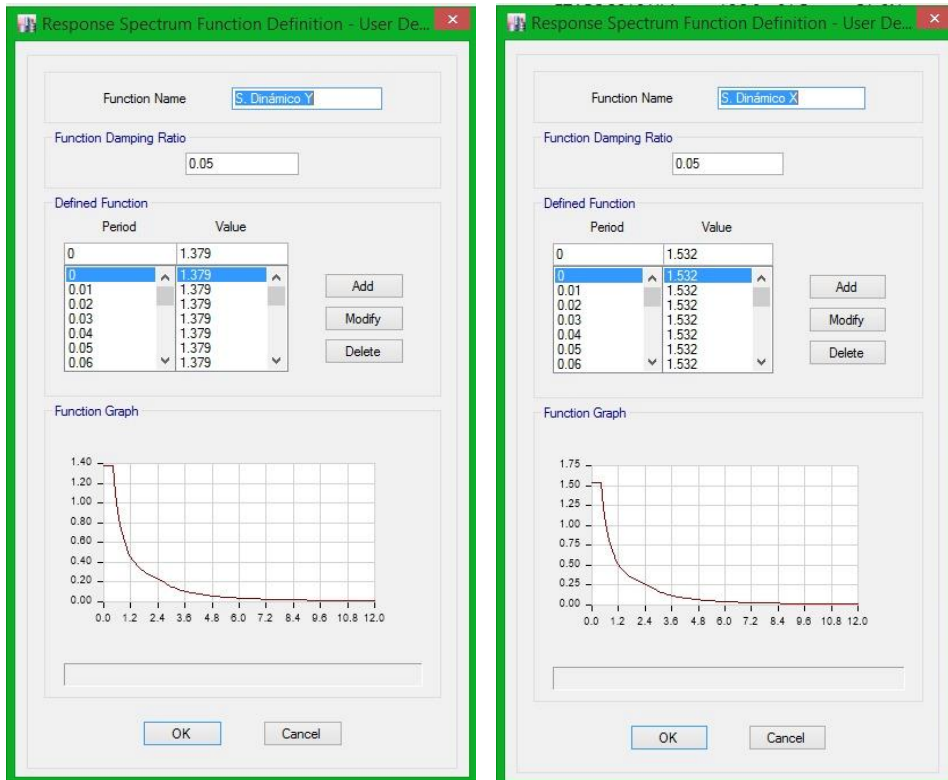


Figura 29: Espectro de pseudo aceleraciones

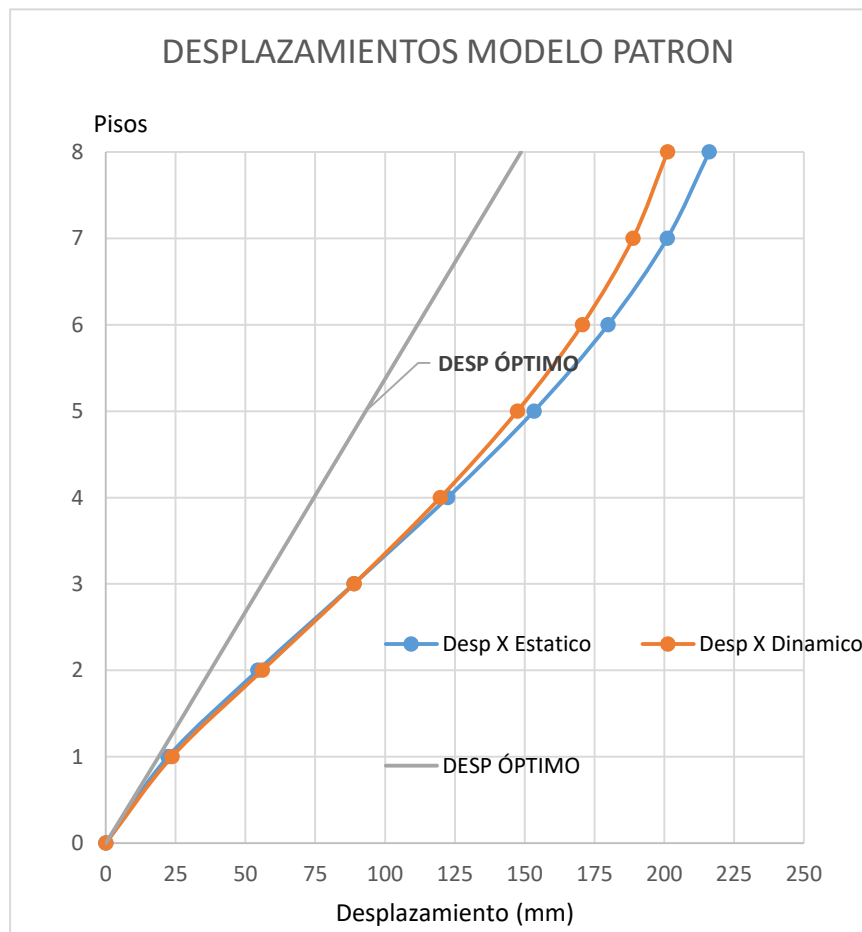
4.5 DESPLAZAMIENTOS

4.5.1 DESPLAZAMIENTOS EN ANÁLISIS ESTÁTICO

El resultado del modelamiento de la vivienda multifamiliar modelo, en el programa ETABS 2016 v2.0 arrojo las siguientes cifras mostradas a continuación:

PISO	ALTURA	DESPLAZAMIENTOS			DESP ÓPTIMO
8	21.25	Nivel 08	216.133	142.36	148.75
7	18.60	Nivel 07	201.062	126.841	130.2
6	15.95	Nivel 06	179.884	108.893	111.65
5	13.30	Nivel 05	153.318	89.066	93.1
4	10.65	Nivel 04	122.434	68.014	74.55
3	8.00	Nivel 03	88.784	46.806	56
2	5.35	Nivel 08	54.447	26.904	37.45
1	2.70	Nivel 01	22.26	10.204	18.9
0	0.00	Base	0	0	0
			X	Y	

Tabla de desplazamiento en análisis estático edificio vivienda multifamiliar patrón



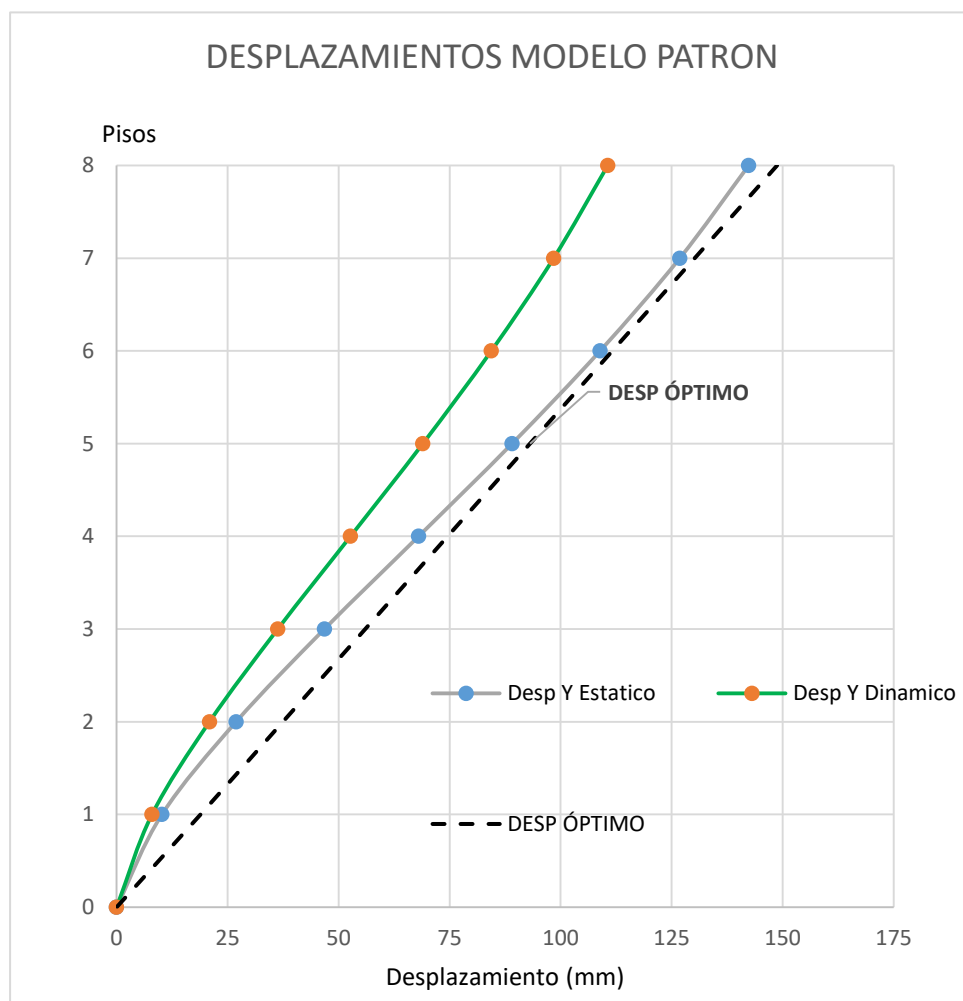
Grafica de desplazamiento en análisis estático de vivienda multifamiliar patrón

4.5.2 DESPLAZAMIENTOS EN ANÁLISIS DINÁMICO

El resultado del modelamiento de la vivienda multifamiliar modelo, en el programa ETABS 2016 v2.0 arrojo las siguientes cifras mostradas a continuación:

ALTURA	PISO	DESPLAZAMIENTOS			DESP ÓPTIMO
		Nivel	X	Y	
8	21.25	Nivel 08	201.181	110.615	148.75
7	18.60	Nivel 07	188.79	98.432	130.2
6	15.95	Nivel 06	170.627	84.397	111.65
5	13.30	Nivel 05	147.378	68.975	93.1
4	10.65	Nivel 04	119.8	52.675	74.55
3	8.00	Nivel 03	88.876	36.294	56
2	5.35	Nivel 08	56.058	20.915	37.45
1	2.70	Nivel 01	23.684	7.967	18.9
0	0.00	Base	0	0	0
			X	Y	

Tabla de desplazamiento en análisis dinámico edificio vivienda multifamiliar patrón



Grafica de desplazamiento en análisis dinámico de vivienda multifamiliar patrón

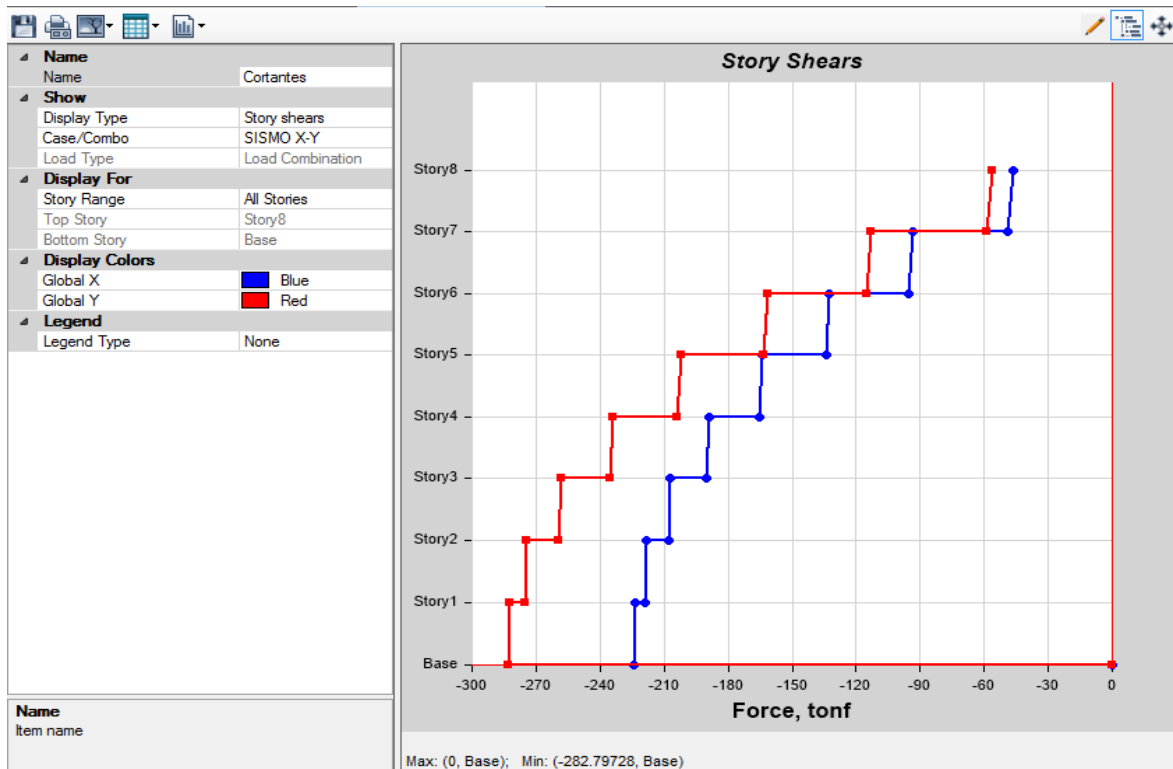
Del análisis de datos obtenidos en el modelamiento del programa ETABS 2016 v2.0 observamos que los desplazamientos más desfavorables se encuentran en el análisis estático, en consecuencia, para el análisis de datos de los siguientes casos, tomaremos en cuenta solo los resultados más desfavorables, los cuales son los obtenidos en el análisis estático.

4.5.2 FUERZAS CORTANTES

A continuación mostraremos los resultados de las fuerzas cortantes actuantes en el edificio multifamiliar de 8 pisos modelado en el programa ETABS 2016 v2.0

CORTANTES		
PISO	X	Y
Nivel 08	48.7883	58.7184
Nivel 07	95.1159	115.3172
Nivel 06	133.9854	163.6325
Nivel 05	165.5714	203.7052
Nivel 04	190.0783	235.5839
Nivel 03	207.7544	259.329
Nivel 02	218.9188	275.0212
Nivel 01	224.0415	282.7973

Tabla de fuerzas cortantes en el análisis estático vivienda multifamiliar



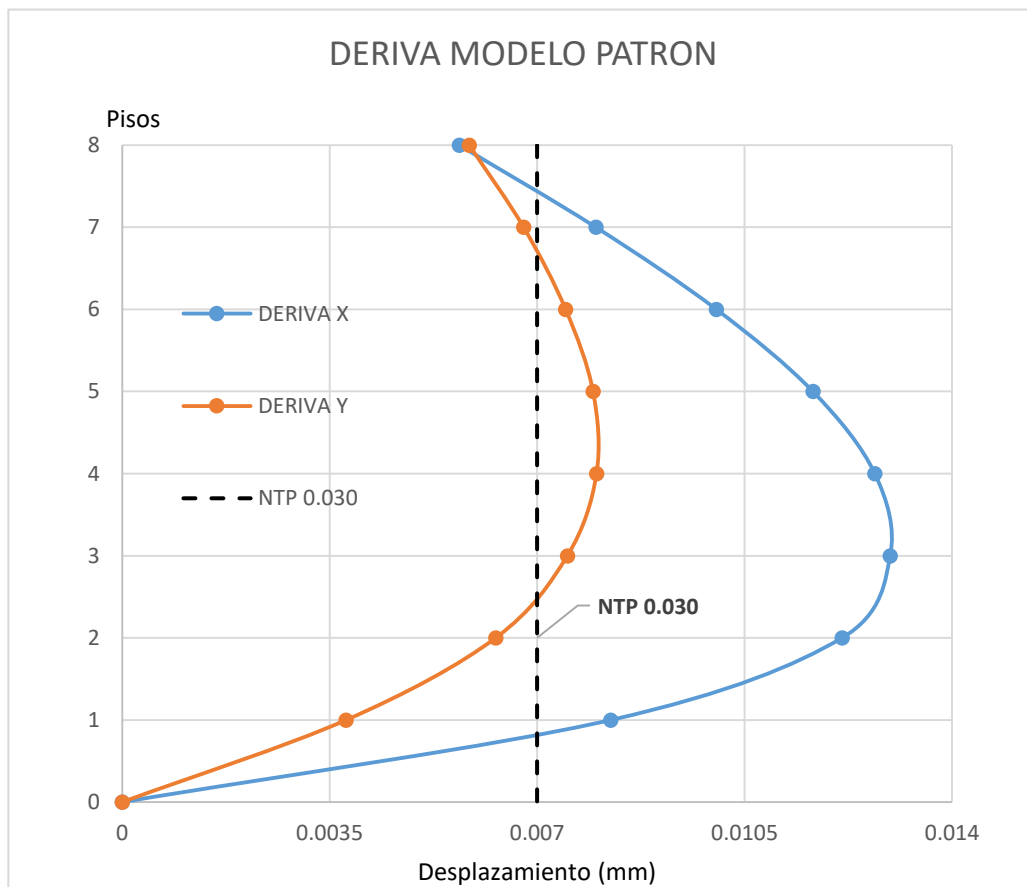
Gráfica de fuerzas cortantes en el análisis estático de vivienda multifamiliar

4.5.3 DERIVAS

A continuación mostraremos los resultados obtenidos en el programa ETABS 2016 v2.0 para los desplazamientos por nivel respecto a su altura (derivadas)

Derivas			
piso	X	Y	NTP 0.030
Nivel 08	0.005687	0.005856	0.007
Nivel 07	0.007992	0.006773	0.007
Nivel 06	0.010025	0.007482	0.007
Nivel 05	0.011654	0.007944	0.007
Nivel 04	0.012698	0.008003	0.007
Nivel 03	0.012957	0.007511	0.007
Nivel 02	0.012146	0.006302	0.007
Nivel 01	0.008245	0.003779	0.007
BASE	0	0	0.007

Tabla de derivas de edificio multifamiliar modelo patrón



Gráfica de derivas de edificación multifamiliar modelo patrón

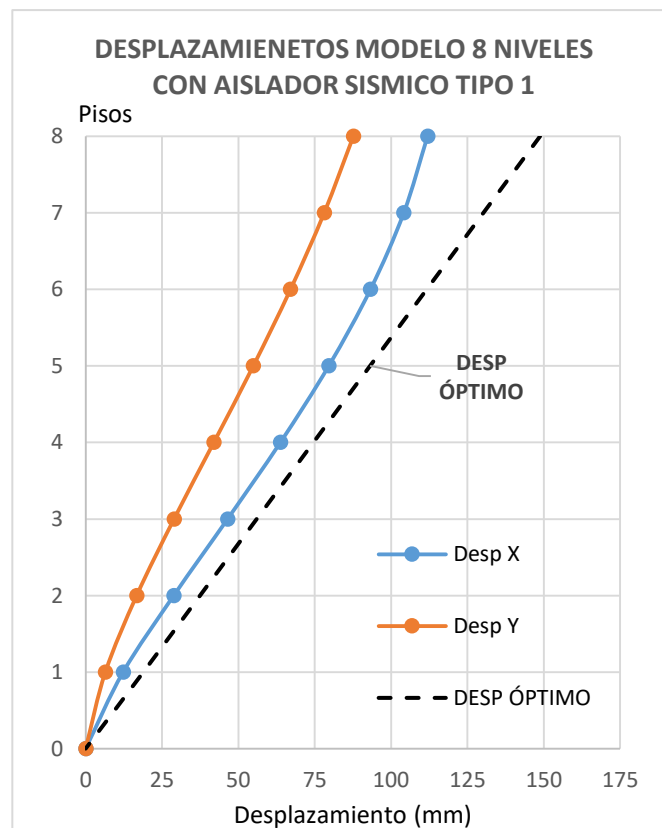
4.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 8 NIVELES SUELO TIPO 1 CON AISLADOR SÍSMICO TIPO 1

La edificación multifamiliar de 8 pisos, que utilizamos para el análisis sísmico, mostro excedencia en los desplazamientos máximos permitidos en la norma E.030, en tal manera, se proponer el uso de aisladores sísmicos tipo 1 en las cimentaciones más vulnerables y realizamos el siguiente análisis.

4.6.1 DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS

ALTURA	DESPLAZAMIENTOS			DESP ÓPTIMO
21.25	Nivel 08	111.923	87.636	148.75
18.60	Nivel 07	104.138	78.091	130.2
15.95	Nivel 06	93.24	67.062	111.65
13.30	Nivel 05	79.591	54.883	93.1
10.65	Nivel 04	63.737	41.954	74.55
8.00	Nivel 03	46.466	28.932	56
5.35	Nivel 08	28.838	16.705	37.45
2.70	Nivel 01	12.279	6.458	18.9
0.00	Base	X 0	Y 0	0

Tabla de desplazamientos edificación de 8 suelo 1 niveles con aisladores tipo 1



Gráfica de desplazamientos suelo 1 con aislador sísmico tipo 1

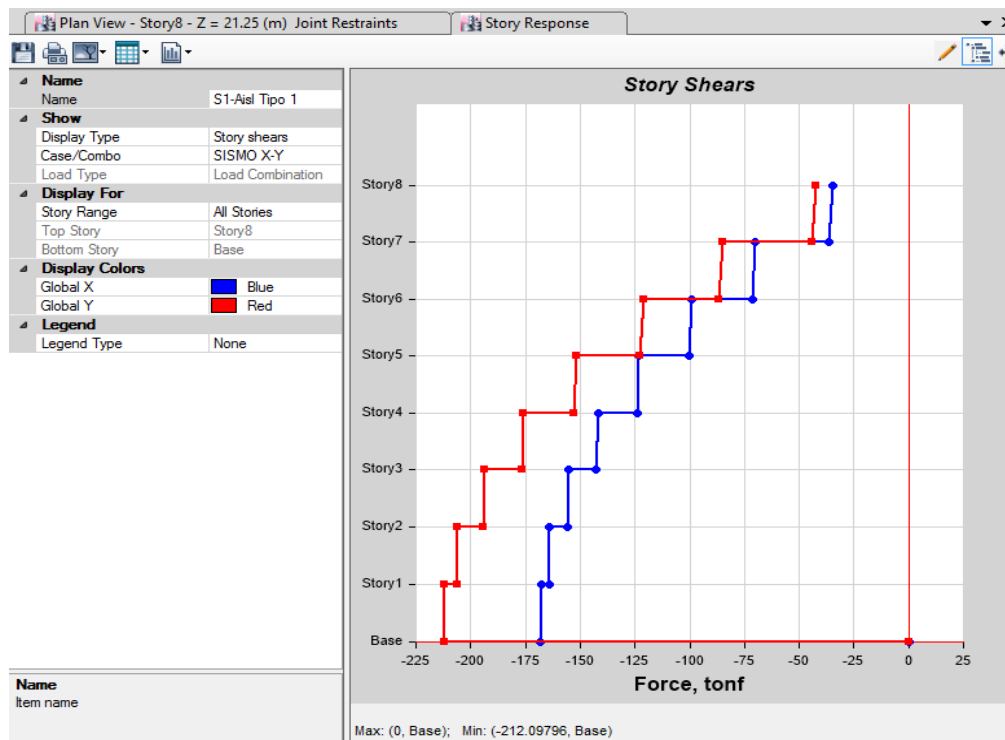
De los datos obtenidos podemos observar que los desplazamientos máximos tanto en X como en Y han disminuido y están dentro de los límites permitidos dentro de la norma E0.30.

4.6.2 FUERZAS CORTANTES

En la siguiente tabla observaremos los resultados de las fuerzas cortantes obtenidas en el modelamiento realizado en el programa ETABS 2016 V2.0

CORTANTES		
piso	X	Y
Nivel 08	-36.5912	-44.0388
Nivel 07	-71.3369	-86.4879
Nivel 06	-100.489	-122.7244
Nivel 05	-124.1785	-152.7789
Nivel 04	-142.5587	-176.6879
Nivel 03	-155.8158	-194.4967
Nivel 02	-164.1891	-206.2659
Nivel 01	-168.0312	-212.098

Tabla de fuerzas cortantes en edificación 8 niveles suelo 1 con aislador tipo 1



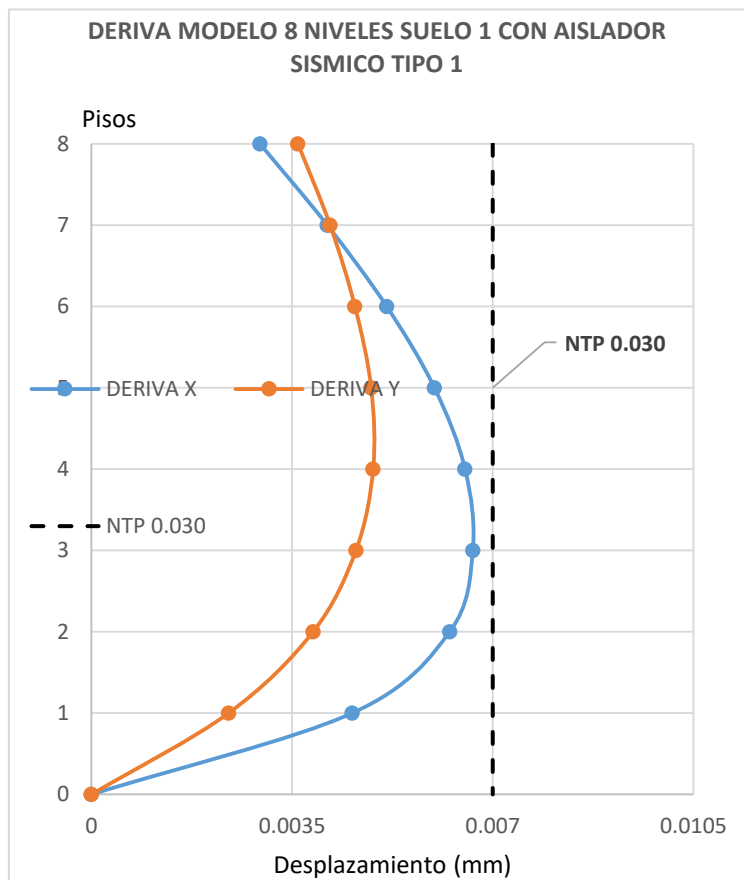
Gráfica de fuerzas cortantes edificación 8 niveles suelo 1 con aislador tipo 1

4.6.3 DERIVAS MÁXIMAS

El resultado de las derivas máximas obtenidas a través del modelamiento de la edificación en el software ETABS 2016 son las siguientes en tabla

Derivas			
	X	Y	NTP 0.030
Nivel 08	0.002938	0.003602	0.007
Nivel 07	0.004113	0.004162	0.007
Nivel 06	0.00515	0.004596	0.007
Nivel 05	0.005983	0.004879	0.007
Nivel 04	0.006517	0.004914	0.007
Nivel 03	0.006652	0.004614	0.007
Nivel 02	0.006249	0.003867	0.007
Nivel 01	0.004548	0.002392	0.007
BASE	0	0	0.007

Tabla de derivas edificación 8 pisos suelo tipo 1 aislador tipo 1



Gráfica de derivas 8 niveles suelo 1 aislador tipo 1

4.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 8 NIVELES SUELO TIPO 3 CON AISLADOR SÍSMICO TIPO 1

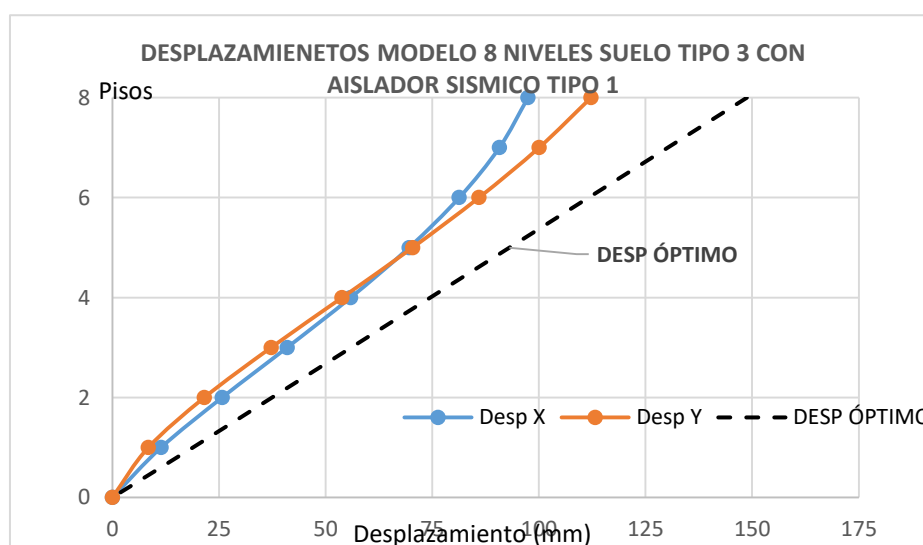
La edificación multifamiliar de 8 pisos, que utilizamos para el análisis sísmico se encuentra ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, en el cual se encuentra diversos tipos de suelo, para un mejor análisis del desenvolvimiento del aislador sísmico, forzamos realizar el análisis cambiando el tipo de suelo, de SUELO TIPO 1 a SUELO TIPO 3, de manera que se hizo el recalcu de los aisladores sísmicos para ese tipo de suelo obteniendo los siguientes resultados

4.7.1 DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS

A continuación de muestra lo resultados obtenidos en el programa ETABS 2016 de los desplazamientos máximo con un suelo tipo 3 y un aislador sísmico tipo 1

	DESPLAZAMIENTOS		DESP ÓPTIMO
	X	Y	
Nivel 08	97.448	112.223	148.75
Nivel 07	90.733	100.033	130.2
Nivel 06	81.331	85.947	111.65
Nivel 05	69.556	70.389	93.1
Nivel 04	55.876	53.867	74.55
Nivel 03	40.97	37.213	56
Nivel 02	25.742	21.563	37.45
Nivel 01	11.439	8.446	18.9
Base	X 0	Y 0	0

Tabla de desplazamientos 8 pisos con suelo 3 aislador A

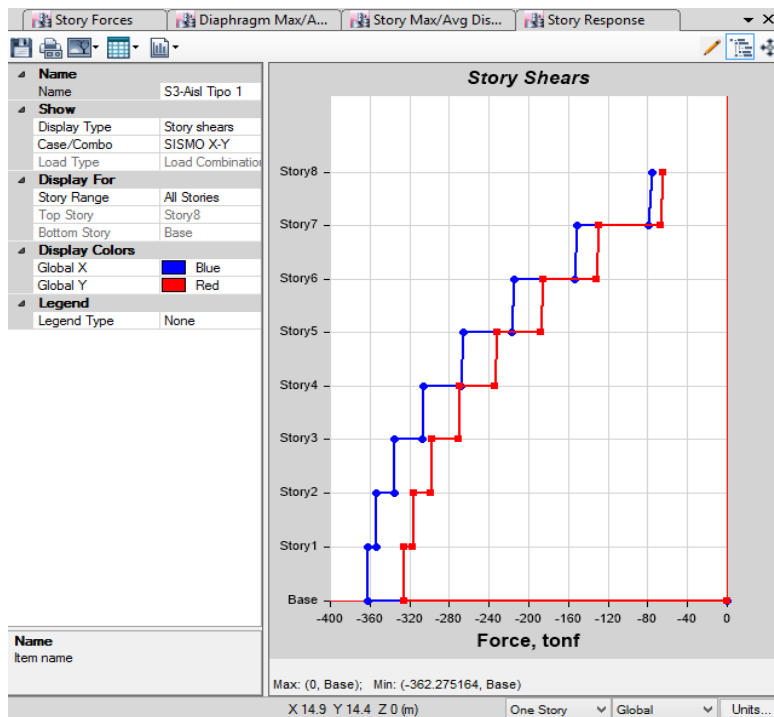


4.7.2 FUERZAS CORTANTES

A continuación mostraremos los resultados obtenidos en el programa ETABS 2016 de las fuerzas cortantes que actúan en una edificación de 8 pisos con un suelo tipo 3 y aislador tipo 1

CORTANTES		
PISOS	X	Y
Nivel 08	-78.8906	-67.2713
Nivel 07	-153.8024	-132.2394
Nivel 06	-216.6543	-187.8231
Nivel 05	-267.7289	-234.0457
Nivel 04	-307.3566	-270.9354
Nivel 03	-335.9388	-298.5273
Nivel 02	-353.9917	-316.8684
Nivel 01	-362.2752	-326.0476

Tabla de fuerzas cortante 8 pisos suelo tipo 3 aislador tipo 1



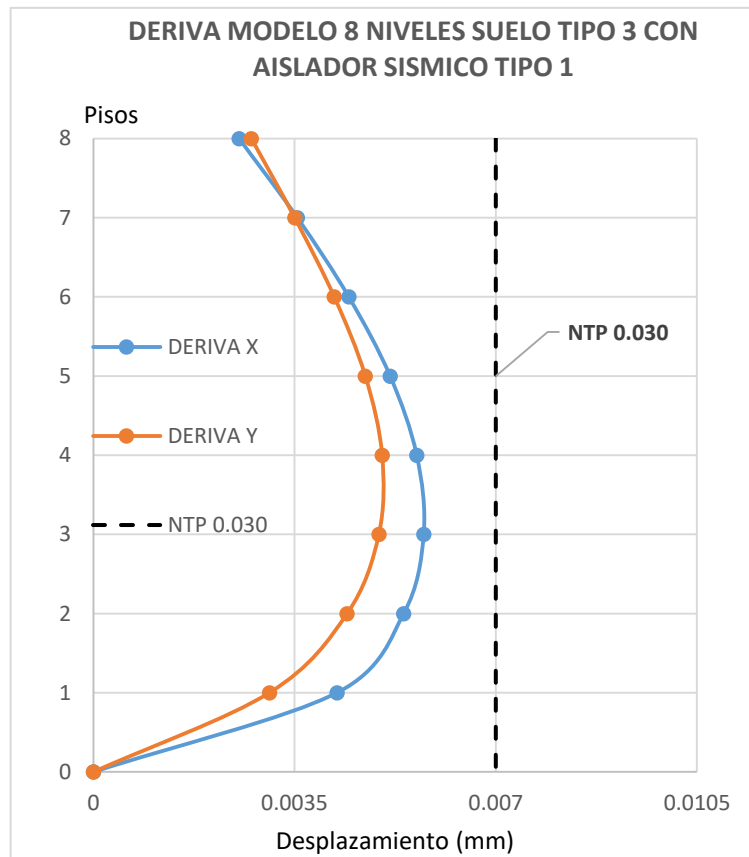
Gráfica de fuerzas cortantes 8 pisos suelo 3 aislado tipo 1

4.7.3 DERIVAS MÁXIMAS

El resultado de las derivas máximas obtenidas a través del modelamiento de la edificación en el software ETABS 2016 para una edificación de 8 niveles, suelo tipo 3 y aislador sísmico tipo 1 son los de la siguiente tabla

Derivas			
PISOS	X	Y	NTP 0.030
Nivel 08	0.002534	0.002749	0.007
Nivel 07	0.003548	0.003502	0.007
Nivel 06	0.004443	0.004191	0.007
Nivel 05	0.005162	0.004731	0.007
Nivel 04	0.005625	0.005023	0.007
Nivel 03	0.005746	0.004966	0.007
Nivel 02	0.005397	0.004414	0.007
Nivel 01	0.004237	0.003062	0.007
BASE	0	0	0.007

Tabla de derivas 8 pisos suelo tipo 3 aislador tipo 1



Gráfica de derivas 8 pisos suelo tipo 3 aislador tipo 1

4.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 8 NIVELES SUELO TIPO 1 CON AISLADOR SÍSMICO TIPO 2

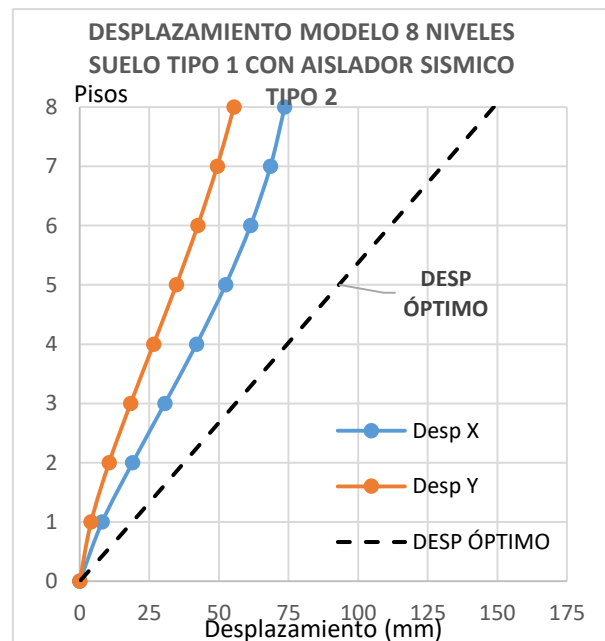
La edificación que estamos estudiando muestra una gran mejoría en la respuesta sísmica con el adicionamiento de aisladores sísmicos en las columnas más vulnerables, sin embargo, en el mercado existen diversos tipos de aisladores sísmicos con características importantes desajustadas al costo, materiales, diseño y durabilidad, a continuación veremos la efectividad de otro modelo de aislador sísmico con similares capacidades mecánicas

4.8.1 DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS

A continuación mostraremos los resultados obtenidos en el programa ETABS 2016 de una edificación de 8 niveles con un suelo tipo 1 y un aislador sísmico tipo 2

DESPLAZAMIENTOS			DESP ÓPTIMO
Nivel 08	73.641	55.422	148.75
Nivel 07	68.533	49.39	130.2
Nivel 06	61.37	42.417	111.65
Nivel 05	52.392	34.715	93.1
Nivel 04	41.958	26.539	74.55
Nivel 03	30.59	18.302	56
Nivel 02	18.984	10.568	37.45
Nivel 01	8.083	4.085	18.9
Base	X 0	Y 0	0

Tabla de desplazamientos 8 niveles suelo tipo 1 aislador tipo 2



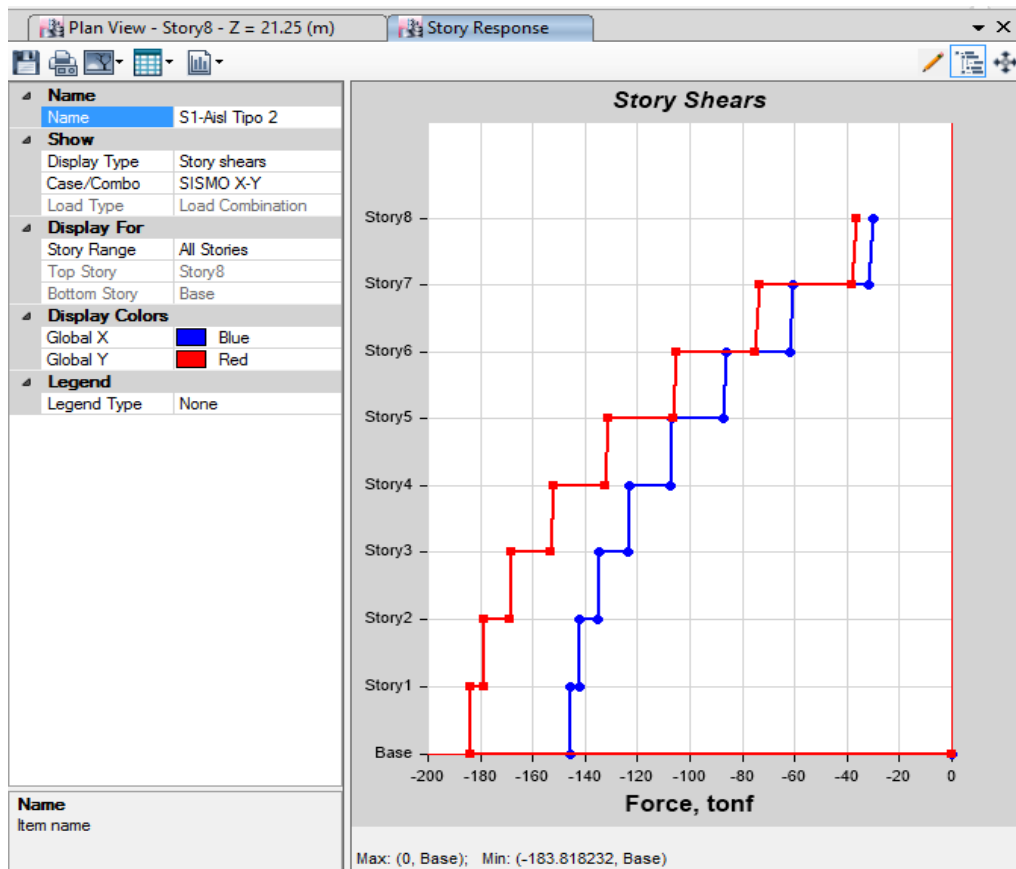
Gráfica de desplazamiento máximo 8 niveles suelo tipo 1 aislador tipo 2

4.8.2 FUERZAS CORTANTES

A continuación mostraremos los resultados obtenidos en el programa ETABS 2016 de las fuerzas cortantes que actúan en una edificación de 8 pisos con un suelo tipo 3 y aislador tipo 2

CORTANTES		
PISO	X	Y
Nivel 08	-31.7124	-38.167
Nivel 07	-61.8253	-74.9562
Nivel 06	-87.0905	-106.3612
Nivel 05	-107.6214	-132.4084
Nivel 04	-123.5509	-153.1295
Nivel 03	-135.0403	-168.5638
Nivel 02	-142.2972	-178.7638
Nivel 01	-145.627	-183.8182

Tabla de fuerzas cortantes 8 niveles suelo tipo1 aislador tipo2



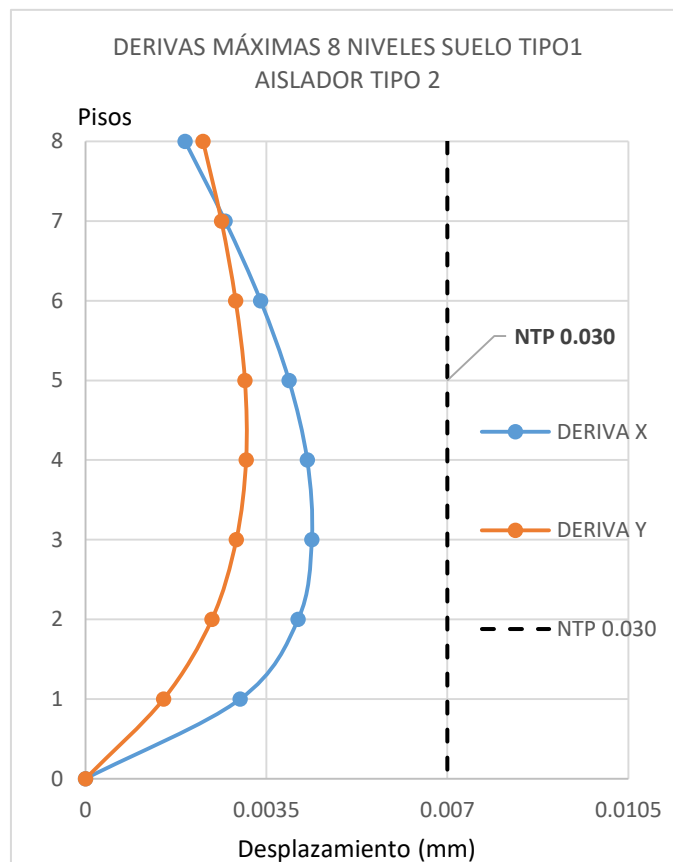
Gráfica de fuerzas cortantes 8 niveles suelo tipo1 aislador tipo 1

4.8.3 DERIVAS MÁXIMAS

El resultado de las derivas máximas obtenidas a través del modelamiento de la edificación en el software ETABS 2016 para una edificación de 8 niveles, suelo tipo 3 y aislador sísmico tipo 2 son los de la siguiente tabla

Derivas			
PISOS	X	Y	NTP 0.030
Nivel 08	0.001927	0.002276	0.007
Nivel 07	0.002703	0.002631	0.007
Nivel 06	0.003388	0.002906	0.007
Nivel 05	0.003937	0.003085	0.007
Nivel 04	0.00429	0.003108	0.007
Nivel 03	0.004379	0.002919	0.007
Nivel 02	0.004114	0.002446	0.007
Nivel 01	0.002994	0.001513	0.007
BASE	0	0	0.007

Tabla de derivas máximas 8 niveles suelo tipo1 aislador tipo2



Gráfica de derivas máximas 8 niveles suelo tipo1 aislador tipo2

4.9 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES SUELO TIPO 1 CON AISLADOR SÍSMICO TIPO 1

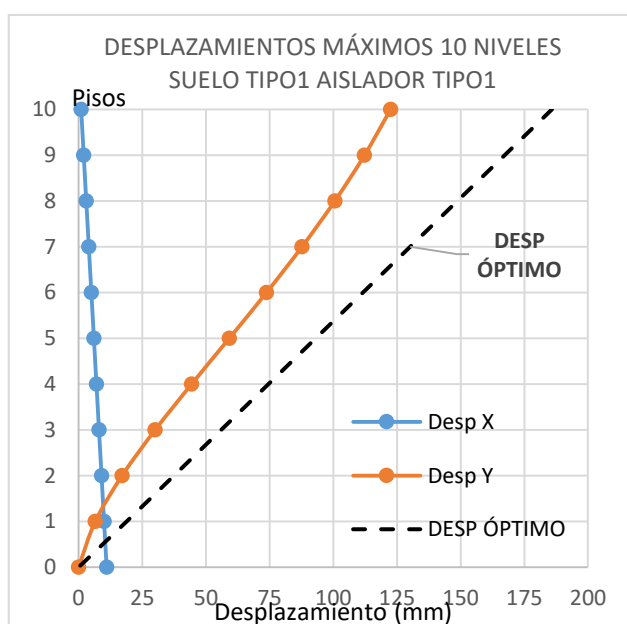
La edificación analizada y modelada en software ETABS 2016 v.2.0, fue llevada a la cantidad máxima de pisos que permitía su diseño, para analizar su desempeño con la adición de aisladores sísmicos, la edificación muestra una gran mejoría en la respuesta sismo estática, disminuyendo los desplazamientos máximos y derivas máximas

4.9.1 DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS

A continuación mostraremos los resultados obtenidos en el programa ETABS 2016 de una edificación de 10 niveles con un suelo tipo 1 y un aislador sísmico tipo 1 para analizar y comparar el desempeño sismo estático en la estructura con una de menos niveles

ALTURA (m)	DESPLAZAMIENTOS			DESP ÓPTIMO
26.55	Nivel 10	121.225	122.515	185.85
23.90	Nivel 09	114.999	112.274	167.3
21.25	Nivel 08	106.521	100.618	148.75
18.60	Nivel 07	95.951	87.732	130.2
15.95	Nivel 06	83.534	73.796	111.65
13.30	Nivel 05	69.635	59.173	93.1
10.65	Nivel 04	54.719	44.377	74.55
8.00	Nivel 03	39.359	30.072	56
5.35	Nivel 02	24.293	17.096	37.45
2.70	Nivel 01	10.547	6.552	18.9
0.00	Base	x 0	Y 0	0

Tabla de desplazamientos máximos 10 niveles suelo tipo1 aislador tipo1



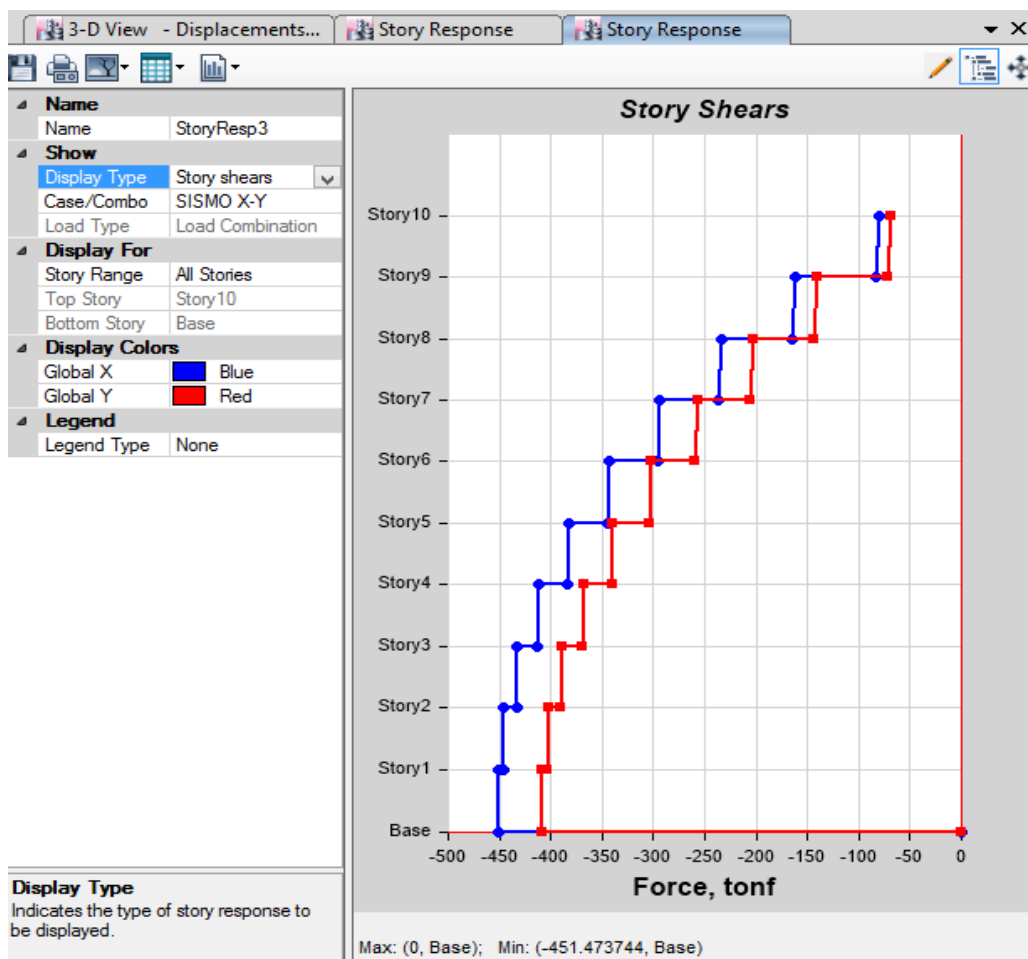
Gráfica de desplazamientos máximos 10 niveles suelo tipo1 aislador tipo1

4.9.2 FUERZAS CORTANTES

A continuación mostraremos los resultados obtenidos en el programa ETABS 2016 de las fuerzas cortantes que actúan en una edificación de 10 pisos con un suelo tipo 1 y aislador tipo 1

CORTANTES		
PISO	X	Y
Nivel 10	-83.8475	-71.9821
Nivel 09	-165.6297	-143.165
Nivel 08	-236.3012	-205.6316
Nivel 07	-295.7183	-259.0747
Nivel 06	-344.659	-303.9902
Nivel 05	-383.6315	-340.6188
Nivel 04	-413.1295	-369.1616
Nivel 03	-433.7374	-389.8637
Nivel 02	-446.1825	-403.0425
Nivel 01	-451.4737	-409.1707

Tabla de fuerzas cortantes 10 niveles suelo tipo1 aislador tipo1



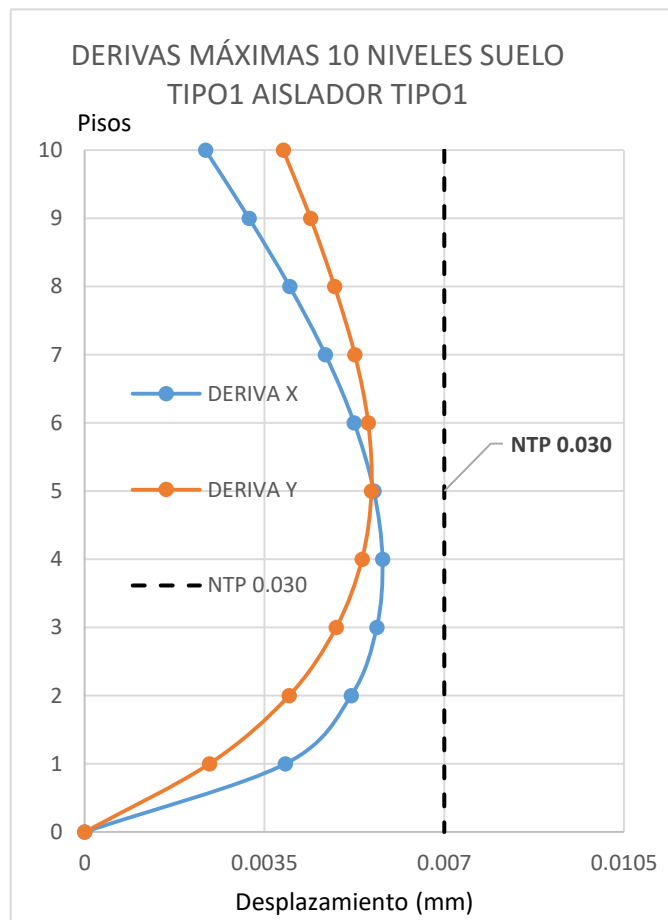
Gráfica de fuerzas cortantes 10 niveles suelo tipo1 aislador tipo1

4.9.3 DERIVAS MÁXIMAS

El resultado de las derivas máximas obtenidas a través del modelamiento de la edificación en el software ETABS 2016 para una edificación de 10 niveles, suelo tipo 1 y aislador sísmico tipo 1 son los de la siguiente tabla

Derivas			
PISOS	X	Y	NTP 0.030
Nivel 10	0.00235	0.003864	0.007
Nivel 09	0.003199	0.004398	0.007
Nivel 08	0.003989	0.004863	0.007
Nivel 07	0.004686	0.005259	0.007
Nivel 06	0.005245	0.005518	0.007
Nivel 05	0.005629	0.005583	0.007
Nivel 04	0.005796	0.005398	0.007
Nivel 03	0.005685	0.004897	0.007
Nivel 02	0.005187	0.003979	0.007
Nivel 01	0.003906	0.002427	0.007
BASE	0	0	0.007

Tabla de derivas máximas 10 niveles suelo tipo1 aislador tipo1



Gráfica de derivas máximas 10 niveles suelo tipo1 aislador tipo1

V. DISCUSIÓN

Discusión general: Analizar la influencia del uso de aisladores sísmicos de viviendas multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022.

Según Herrera (2018), en la actualidad, existen muchas edificaciones en diferentes países de todos los continentes, que han sido construidas con aisladores sísmicos, las cuales han sido diseñadas bajo las regulaciones del FEMA274, afirma que las mencionadas edificaciones han mostrado un excelente comportamiento ante fuerzas sísmicas de gran magnitud, también nos dice que pese a su demostrada efectividad, la incorporación de estos dispositivos sísmicos a las edificaciones nacionales, no es muy común y no está extendida en el territorio nacional, pudiendo deberse a la carencia metodológica para el diseño de los dispositivos en mención, la poca difusión del comportamiento estructural, pese a saber que nuestro país se ubica en una zona de gran actividad sísmica

Según mi tema de investigación, al utilizar los aisladores sísmicos en la edificación multifamiliar de 8 niveles con un aislador elastoméricos de núcleo de plomo diseñado específicamente diseñado para la estructura analizada, se reduce el desplazamiento máximo en un 48% y las derivas máximas de entrepiso de 0.01295mm a 0.00665mm lo cual significa una reducción del 49%, incluyéndolo dentro del rango permisible por la norma E 030; el edificio multifamiliar tiene una altura de 21.25 metros. El desplazamiento óptimo del concreto armado se obtiene al multiplicar el factor adimensional 0.007 por la altura, danos un desplazamiento máximo lateral de 14.87 cm, al hacer el análisis sismo estático inicial se obtuvo un desplazamiento máximo de 21.61 cm, excediendo en 6.74 cm el desplazamiento máximo permisible para concreto armado, sin embargo al incorporar el aislador sísmico se obtuvo un desplazamiento máximo de 11.19 cm, lo cual incluye a la edificación dentro del rango máximo permisible para una estructura de concreto armado, dando como resultado una reducción del 48% demostrando de esta manera su efectividad en el desempeño sísmico

Discusión 1: Identificar la influencia de la ubicación geográfica de la vivienda multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022

Según Puma (2017) tras realizar su investigación a través de experimentos analíticos mediante un software de modelamiento obtuvo una baja interacción suelo estructura, esto puede deducirse luego de analizar los gráficos de desplazamientos máximos y fuerzas máximas del edificio de estudio de 3 pisos para cada sismo, con los gráficos de desplazamiento del edificio de 2 pisos para cada sismo de forma correspondiente.

De nuestro estudio de la influencia de la ubicación geográfica encontramos 2 tipos de suelo, suelo tipo 1 y suelo tipo 3, realizamos el análisis sismo estático con los 2 tipos de suelo, con aisladores sísmicos para cada valor de suelo, dándonos como resultado que en un suelo más duro (tipo 3), el desempeño estructural, los desplazamientos máximos y derivas, son menores que en un suelo más blando (tipo 1) donde también hubo disminución en los desplazamientos máximos y derivas máximas, pero en menor magnitud que en un suelo más duro

Discusión 2: Identificar la influencia del número de niveles de las viviendas multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022

Según Herrera (2018), en los datos obtenidos de sus ensayos, observo que en las edificaciones de mayor altura, el periodo se incrementa mínimamente, siendo los aisladores sísmicos poco eficaces en este tipo de estructuras esbeltas, justifica que en los modelamientos estructurales con aisladores sísmicos obtenían periodos de valor mucho más elevados, comparándolo con el modelamiento inicial de la estructura sin el dispositivo sísmico, la investigadora menciona que dicho resultado es producto de que los aisladores sísmicos actúan directamente en la base de la estructura, aumentando su flexibilidad, lo cual conlleva a una disminución de la aceleración sísmica, concluyendo así que al no variar de manera considerable el periodo de la edificación, los aisladores sísmicos son de eficacia mínima.

Según los resultados en mi investigación, a través del modelamiento en el software ETABS 2016.V2, al maximizar la altura de diseño a una edificación de 10 pisos con una altura máxima de 26.55 metros, al ser una edificación de concreto armado, el desplazamiento óptimo para esa altura, lo obtenemos al multiplicar la altura por el número adimensional 0.007 lo cual nos da un desplazamiento máximo de 18.59cm para la edificación de 10 niveles, al incluir el aislador sísmico dentro del diseño estructural en las zonas más vulnerables, de mayor desplazamiento se obtuvo un desplazamiento máximo de 12.12cm, reduciendo más de 35% el desplazamiento óptimo y máximo permisible para la edificación multifamiliar de estudio, en conclusión se demostró de esta manera su efectividad para una edificación de 8 pisos y de 10 pisos de acuerdo al análisis sismo estático realizado en la estructura.

Discusión 3: Identificar la influencia del tipo de aislador en las viviendas multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022

Según Herrera (2018), manifestó de acuerdo a sus resultados obtenidos, que el uso de diferentes tipos de aisladores sísmicos con características mecánicas semejantes, al analizarlas en un mismo modelamiento de una edificación, no repercute en diferencias significativas o considerables en los resultados obtenidos para los desplazamientos laterales máximos, derivas máximas y fuerzas cortantes de base siempre que se trabaje con la misma capacidad de carga del elemento amortiguador y se analice en las mismas direcciones

Según el desarrollo del presente proyecto de investigación, al incrementar los valores de la capacidad de carga del aislador tipo 1, se obtuvo el aislador sísmico tipo 2, obteniendo con el mismo, una reducción de desplazamientos laterales máximos de 21.61 cm a 7.36 cm, en el desplazamiento lateral en el eje X y de 14.23 a 5.54cm en el desplazamiento lateral en el eje Y, lo que da en total una reducción de 14.25cm en el eje X y 8.69cm en el eje Y.

Recordemos que con el aislador tipo 1 se obtuvo una reducción de 21.61 cm a 11.19 cm, en el desplazamiento lateral en el eje X y 14.23cm a 8.76cm en el desplazamiento lateral en el eje Y, dándonos una reducción total de 10.42cm en el eje X y de 5.47cm en el eje Y

De los resultados obtenidos podemos observar que al maximizar la capacidad de carga del aislador sísmico utilizado en nuestra edificación urbana multifamiliar, se obtiene una reducción mayor de los desplazamientos máximos, 66% de reducción en el eje X y del 40% en el eje Y

VI. CONCLUSIONES

Conclusión General:

De los resultados obtenidos para el modelamiento de una edificación multifamiliar de 8 niveles se observó a través de los resultados numéricos que se reduce el desplazamiento máximo en un 48% así como las derivas máximas en un 50% demostrando su efectividad para mejorar el desempeño estructural al ser sometido a un análisis sismo estático, la norma técnica E.031, aprobada por decreto supremo en el año 2019, incorpora el aislamiento sísmico al reglamento nacional de edificaciones, lleva 3 años en vigencia y esperamos que cada vez se difunda más el uso de estos dispositivos, al igual que en países más desarrollados, sobre todo para proteger lo más importante, que es la vida de las personas, aunque esto genere un sobre costo al inmueble que se pueda adquirir, la seguridad del bienestar valdrá la pena.

Conclusión 1:

La ubicación geográfica es directamente relacionada con el tipo de suelo que posee un determinado lugar para nuestro estudio, utilizamos 2 tipos de suelo, S1 y S3, de los resultados obtenidos podemos inferir que los aisladores sísmicos aportan un mejor desempeño estructural, cuando la edificación construida esta cimentada en un suelo más duro, disminuyendo en mayor cantidad numérica, el desplazamiento máximo y derivas máximas entre piso y piso, cabe resaltar que también es efectivo en suelos blandos, sin embargo, disminuye su efectividad.

Conclusión 2:

En los modelamientos analizados con aisladores sísmicos para un edificio multifamiliar de 8 pisos y de 10 pisos, pudimos observar en ambos casos hubo una disminución de los desplazamientos máximos de 25% y 35% respecto al desplazamiento óptimo, demostrando su efectividad en ambos casos a pesar de las grandes alturas consideradas

Conclusión 3:

De los ensayos realizados a través del modelamiento estructural en el software ETABS 2016v2, pudimos observar que para una misma edificación diferentes tipos de aisladores sísmicos, uno para el diseño de cargas original y otro para un diseño de cargas mayor, el ultimo, demostró una reducción mayor de las derivas máximas entre piso y piso y desplazamiento máximo, queda en cada diseñador el considerar una sobre carga al diseño de los aisladores sísmicos considerando el costo en contra del beneficio.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación general:

Es importante el estudio, análisis y difusión de la nueva norma técnica peruana DECRETO SUPREMO N° 030-2019-VIVIENDA que incorpora el aislamiento sísmico a reglamento nacional de edificaciones como norma E.031, así como las normas americanas, para tener mejores herramientas de análisis del desempeño de una estructura utilizando estos dispositivos aisladores sísmicos

Recomendación 1:

Al iniciar un proyecto como el de mención en el presente estudio, una edificación multifamiliar o similar, es muy importante contar con los estudios previos de mecánica de suelos, tipo de suelo, esto nos permitirá tener un panorama claro al momento de efectuar los cálculos de las cimentaciones, cálculos en los sistemas de aislamiento sísmico, evitando originar un sobre costo

Recomendación 2:

Los aisladores sísmicos funcionan con edificaciones de alturas varias, analizar la influencia del dispositivo anti sísmico para edificaciones de gran altura a través del software ETABS2016.v2 es una herramienta práctica para conocer su efectividad en proporción a su esbeltez, dándole un valor agregado a nuestra construcción.

Recomendación 3:

En el mercado nacional existen diversos tipos de aisladores sísmicos, elastoméricos con núcleo de plomo, elastoméricos de alto amortiguamiento, aisladores deslizantes, etc. la efectividad de cada uno para una misma edificación está directamente ligada a la interacción suelo – estructura, como el peso total de la misma, un correcto análisis previo potencia el desempeño de los mismos justificando el valor económico del proyecto de edificación.

REFERENCIAS

- ACOSTA, Daniela. “Asentamientos informales, caso de estudio infravivienda en Invasión Polígono 4”, aplicada en la ciudad de Cataluña, Región de Barcelona-España Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. 2015. 73 pp.
Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77794/ACOSTA_DANIELA_TESIS.pdf
- BOZZO, Luis y BARBAT, Alex. Diseño sísmoresistente de edificios técnicas convencionales y avanzadas. España. Reverté S.A. 2040. 108 pp.
ISBN 84-291-2011-4
Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disec3b1o-sismorresistente-de-edificios-escrito-por-luis-m-bozzo-rotondo-alex-h-barbat.pdf>
- BASURTO, Rosario. Vulnerabilidad sísmica y mitigación de desastres en el distrito de San Luis. 2010. 154 pp.
Disponible en: http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/98/1/basurto_rp.pdf
- Cámara Chilena de la Construcción. Protección Sísmica de Estructuras (No 29). Corporación de Desarrollo Tecnológico. 2011. 43 pp. Disponible en: http://descargas.coreduc.cl/Proteccion_Sismica_de_Estructuras_-_Febrero_2012_CLR_v4.1.pdf
- ENDURAN, Emrah. “COMPONENT BASED SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT PROCEDURE FOR RC BUILDINGS”. A thesis submitted to the graduate school of natural and applied sciences of Middle East Technical University. in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of philosophy in Civil Engineering. 2005. 237 pp.
Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.633.8509&rep=rep1&type=pdf>
- GAMARRA, Manuel. “Renovación urbana como solución integral a la desestructuración en el sector #26 de Chiclayo”. Tesis pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Título de licenciado en Arquitectura. 2014. 187 pp.
Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/482>

- GOMEZ, Walter y LOAYZA, Antonio. “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de centros de salud en la ciudad de Ayacucho-Perú”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero civil. 2014. 102 pp.
Disponibile en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/241/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- TAMAYO, Mario. (2003) El proceso de la Investigación Científica, 4ª. Ed. México, Limusa.
ISBN: 968-18-5872-7
- TISCHER, Helene. “RAPID SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF SCHOOL BUILDINGS IN QUÉBEC”, A thesis submitted to McGill University in partial fulfillment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy. Department of Civil Engineering and Applied Mechanics. 2012. 258 pp. Disponible en:
http://digitoollibrary.mcgill.ca/webclient/StreamGate?folder_id=0&dvs=1573597299315~873
- Saavedra, Marcelo. Análisis de edificios con aisladores sísmicos mediante procedimientos simplificados. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile Valdivia, Chile. . 2005. 170 pp.
Disponibile en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmficis1121a/doc/bmficis1121a.pdf>
- SAMPIERI, Roberto, COLLADO, Carlos y LUCIO, Pilar. Metodología de la Investigación. 5 ed. México. MCGRAW-HILL. 2010. 407 pp.
ISBN 968-422-931-3
- SAMPIERI, Roberto, COLLADO, Carlos y LUCIO, Pilar. Metodología de la Investigación. 5 ed. México. MCGRAW-HILL. 2010. 613 pp.
ISBN: 978-607-15-0291-9
- SILVA, Natalia. “Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales, y evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región metropolitana”, aplicada en la Ciudad de Santiago, Región de Chile, Tesis para obtener el grado de magister en ciencias mención geofísica. 2011. 283 pp.
Disponibile en: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-silva_nb/pdfAmont/cf-silva_nb.pdf

- VILLAREAL, Genner. DISEÑO SISMICO DE EDIFICACIONES. 1ra ed. Perú. Independiente. 2015. 96 pp.
- VILLAREAL, Genner y OVIEDO, Ricardo..Edificaciones con dispositivos pasivos de disipación de energía. (Ira Edición). 2009. La Libertad, Perú: Editora & Imprenta Grafica Norte S.R.L.

- Reglamento nacional de edificaciones Norma técnica E030 Diseño Sismoresistente. 2016. Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

ANEXOS

EN EL EJE X

ANÁLISIS ESTÁTICO E.030 - 2022

Zona	Z 4	Z = 0.45	Zona	Categoría	Suelo
Categoría	C	U = 1.00	Z ₁	A 1	S ₀
Suelo	S 1	S = 1.00	Z ₂	A 2	S ₁
Tp (s)	0.4	C = 1.38	Z ₃	B	S ₂
Tl (s)	2.5	R = 7.20	Z ₄	C	S ₃
T (s)	0.723				
Ro	8.0		0.75 * R =	5.40	
Ip	0.90	Esquinas entrantes			
Ia	1.00				
ZUCS R	= 0.08645	0.086445367			
C/R ≥ 0.11	0.19	OK			

DESCRIPCIÓN DE CARGA	
Losa ladrillos	80
Acabados de piso	100
Tabiquería	100
Carga viva piso típico	250
Carga viva azotea	100

Cálculo de cortante en la base - Norma E.030 - Numeral 4.5.3

$F_i = \alpha_i * V$	$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$	k = 1.1115	Donde: a) Para T menor o igual a 0.5: k = 1.0 b) Para T mayor que 0.5: k = (0.75+0.5 T) ≤ 2.0
$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot \sum P$			

Vi (Ton)	piso		Fi (Ton)	piso
51.12 T	8		51.12 T	8
103.19 T	7		52.07 T	7
147.83 T	6		44.65 T	6
185.07 T	5		37.23 T	5
214.88 T	4		29.81 T	4
237.27 T	3		22.39 T	3
252.25 T	2		14.98 T	2
259.83 T	1		7.58 T	1
			0	

Piso	Pi (Ton)	hi (m)	Pi*(hi)^k (Ton.m)	$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum P_i(h_i)^k}$	Fi (Ton)	Vi (Ton) (Acumulado- Fi)
Piso 08	333.0124	21.3	13 523.02	0.1967	51.12	51.12
Piso 07	381.6594	18.6	13 773.55	0.2004	52.07	103.19
Piso 06	381.6595	16.0	11 811.19	0.1718	44.65	147.83
Piso 05	381.6594	13.3	9 848.83	0.1433	37.23	185.07
Piso 04	381.6594	10.7	7 886.47	0.1147	29.81	214.88
Piso 03	381.6595	8.0	5 924.11	0.0862	22.39	237.27
Piso 02	381.6594	5.4	3 961.75	0.0576	14.98	252.25
Piso 01	382.7504	2.7	2 005.74	0.0292	7.58	259.83
Base	3 005.72		68 734.64	1.00	259.83	

La cortante basal es: **Vx = 259.83 Ton**

EN EL EJE Y

ANÁLISIS ESTÁTICO E.030 - 2022						
				Zona	Categoría	Suelo
Zona	Z 4	Z = 0.45		Z 1	A 1	S 0
Categoría	C	U = 1.00		Z 2	A 2	S 1
Suelo	S 1	S = 1.00		Z 3	B	S 2
Tp (s)	0.4	C = 1.89		Z 4	C	S 3
Tl (s)	2.5	R = 8.00				
T (s)	0.530					
Ro	8.0					
lp	1.00			0.75 *R =	6.00	
la	1.00					
ZUCS		0.106132075				
R	= 0.106					
C/R ≥ 0.11	0.24	OK				

Cálculo de cortante en la base - Norma E.030 - Numeral 4.5.3						
$F_i = \alpha_i * V$	$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=k}^n P_j(h_j)^k}$		k = 1.02	Donde:		
$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot \sum P$				a) Para T menor o igual a 0.5: k = 1.0		
				b) Para T mayor que 0.5: k = (0.75+0.5 T) ≤ 2.0		
			1.015			

Vi (Ton)			Fi (Ton)	
63.43 T	8		63.43 T	8
127.19 T	7		63.76 T	7
181.86 T	6		54.67 T	6
227.45 T	5		45.59 T	5
263.96 T	4		36.51 T	4
291.38 T	3		27.42 T	3
309.72 T	2		18.34 T	2
319.00 T	1		9.28 T	1
			0	

Piso	Pi (Ton)	hi (m)	Pi*(hi)^k (Ton.m)	$\alpha^i = \frac{Pi*(hi)^k}{\sum Pi*(hi)^k}$	Fi (Ton)	Vi (Ton) (Acumulado- Fi)
Piso 08	333.01	21.3	7 720.69	0.1988	63.43	63.43
Piso 07	381.66	18.6	7 760.94	0.1999	63.76	127.19
Piso 06	381.66	16.0	6 655.21	0.1714	54.67	181.86
Piso 05	381.66	13.3	5 549.49	0.1429	45.59	227.45
Piso 04	381.66	10.7	4 443.76	0.1144	36.51	263.96
Piso 03	381.66	8.0	3 338.04	0.0860	27.42	291.38
Piso 02	381.66	5.4	2 232.31	0.0575	18.34	309.72
Piso 01	382.75	2.7	1 129.86	0.0291	9.28	319.00
Base	3 005.72		38 830.29	1.00	259.83	
La cortante basal es: Vy =		319.00 Ton				

Diseño de aisladores sísmicos

CÁLCULO DEL AISLADOR		
Consideraciones de diseño		
Período efectivo		
Parámetros para desplazamiento máximo		
Período =	TM (s) =	2.5
β_M =	5	BM = 1.00
Aceleración =	g (m/s ²) =	9.80665
Pseudo aceleración =	SaM (s) =	0.613
TM (s) =	2.5	
Amortiguamiento efectivo		
β_M =	5	BM = 1.00
1. Cálculo del desplazamiento máximo		
$D_M = \frac{g * S_{aM} * T_M}{4\pi^2 * B_M}$		
Para	g (m/s ²) =	9.80665
	SaM (s) =	0.613
	DM (m) =	0.381

β_M	FACTOR BM
≤ 2	0.8
5	1
10	1.2
20	1.5
30	
≤ 40	1.9

1. Cálculo del desplazamiento máximo

$$D_M = \frac{g * S_{aM} * T_M}{4\pi^2 * B_M}$$

Para

g (m/s²)= 9.80665

SaM (s)= 0.613

DM (m)= 0.381

2. Cálculo del desplazamiento máximo total

$$D_{TM} = D_M * \left[1 + \left(\frac{y}{P_T^2} \right) \left(\frac{12e}{b^2 + d^2} \right) \right]$$

Dirección X:		
y (m) =		14.50
e (m) =		1.45
PT (m) =		1.72
b (m) =		13.96
d (m) =		29.00
DTM (m) =		0.412

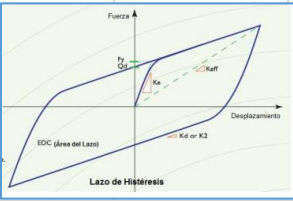
Dirección Y:		
y (m) =		6.98
e (m) =		0.70
PT (m) =		1.27
b (m) =		13.96
d (m) =		29.00
DTM (m) =		0.394

T		RAZON
T traslacional	T _x =1.01	1.72
T traslacional	T _y =0.75	1.27
T rotacional	T _z =0.59	

		DTM (m) =	0.412
Nota: El desplazamiento total (DTM) no será menor que 1.15DM			
DTM > 1.15 DM			
DTM =		RECALCULAR	

3. Cálculo de la carga axial última			
Carga vertical máxima			
$P_{m\acute{a}x} = 1.25CM + 1.25CV + SISMO$			
Se considera inicialmente que la carga del sismo es el 0.30 de la CM			
$P_{m\acute{a}x} = 1.5CM + 1.25CV$			
P_{máx} (Tn)=	648.9474		

4. Cálculo del diámetro del aislador									
El diámetro se calcula teniendo en cuenta el desplazamiento máximo lateral y la carga axial última, se toma el más crítico:									
Opción 1		Opción 2		Nota: El esfuerzo máximo permisible = 8MPa = 815.77t/m ²					
D1 =	1.5DTM	$D1 = \sqrt{\frac{4 P_{m\acute{a}x}}{\pi \sigma_{m\acute{a}x \text{ permisible}}}}$		$\sigma_{m\acute{a}x} (Tn/m^2) =$		815.77			
Diámetro del aislador									
D1 (m) =	0.617873438	D1 (m) =		1.006412316					
		D1 (m) =		1.006412316					

5. Identificación de tipo de aislador									
Se identifican 1, 2 o 3 tipos de aisladores de acuerdo a la similitud de diámetro de aislador que requería cada columna									
Con el catálogo DIS se puede identificar cada tipo de aislador para su diámetro									
A cada tipo de aislador se determina sus parámetros que indican su comportamiento lineal y no lineal tal como lo indica su lazo histérico									
Lazo histérico									
									

6. Cálculo del Qd					
$\frac{Qd}{W} = (3\% @ 10\%)$					
Con las cargas de servicio (W) = CM + 0.25CV					
W (Tn) =	184.6351				
Qd (Tn) =	18.464	Nota: Se trabajo con el 10%			

7. Cálculo del diámetro del núcleo del plomo			
A plomo =	Fy / σ_y	(10 Mpa ó 1500 PSI)	
		10 Mpa (Tn/m ²)=	1019.71
Fy =	1.10 Qd		
$DL = \sqrt{\frac{4}{\pi} * \frac{1.10 Qd}{\sigma_y}}$			
En el cátalogo DIS para cada diámetro hay un rango de DL, por tanto, el cálculo debe encontrarse en ese rango			
Fy (Tn) =	20.309861		
DL =	0.151835685		
8. Cálculo de la altura del aislador sin planchas			
Se determina de la deformación de corte, cuyo límite debe ser 250% del máximo desplazamiento total (DTM)			
$Hi = \frac{DTM}{2.50}$			
Hi (m) =	0.16476625		

9. Cálculo del Kd ó K2			
Depende de la goma, se calcula a partir del módulo del corte G, área y altura de la goma			
$Kd = \frac{\pi}{4} * \frac{(DI^2 - DL^2) * G}{HI}$		NOTA: El valor de G=0.4 a 0.7 Mpa, se trabajo con 40.78 Tn/m ²	
		G (Tn/m ²) =	40.78
Kd (Tn/m)=	192.4072429		
10. Cálculo de la rigidez efectiva Keff del aislador			
$Keff = \frac{Qd}{DTM} + Kd$			
Keff (T/m) =	237.2307671		
11. Cálculo del amortiguamiento efectivo β_{eff} del aislador			
$\beta_{eff} = \frac{4Qd (DTM - \frac{Fy}{10Kd})}{2\pi * Keff \max DTM}$		Fy =	86.6479
$\beta_{eff} (\%) =$	0.107135471		
$\beta_{eff} (\%) =$	10.71%		

12. Rígidez vertical			
$Ky = \frac{EcA}{HI}$			
Ec= Módulo de elasticidad del conjunto de los términos de caucho			
A = Área transversal del aislador			
$Ec = \frac{6GS^2 * K}{6GS^2 + K}$			
G = Módulo de corte (se supone 0.38 Mpa a 0.70 Mpa)			
K = Módulo de compresibilidad del caucho, se considera 2000 MPa			
t (m) =	0.008	Nota: El valor de G (Tn/m2) =	50.985
S =	31.450	Nota: El valor de K (Tn/m2) =	203943.24
Ec (Tn/m2) =	121829.462		
A (m2) =	0.796		
Ky (Tn/m) =	588201.1016		

13. Rígidez elástica Ke			
$Ke = 10 * Kd$			
Ke (Tn/m)=	1924.072		
RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AISLADOR			
Características del aislador			
DI (m) =	1.006		
Hi (m)=	0.165		
Keff (T/m) =	237.231		
βeff (%) =	0.107		
Kd =	192.407		
Fy =	20.310		
Kd/Ke =	0.100		
Pmáx (Tn)=	648.947		
Ky =	588201.102		

Datos a ingresar al software		
<u>Eje X y Y</u>		
	Rígidez efectiva lineal	237.231
	Amortiguamiento efectivo	0.107
	Rígidez no lineal	192.407
	Fluencia	20.310
	Radio de rígeidez post fluencia	0.100
<u>Eje Z</u>		
	Rígidez efectiva lineal	588201.102
	Amortiguamiento efectivo lineal	0.107

Ingeniería

Propiedades técnicas del Aislador

Propiedades del aislador: Unidades métricas

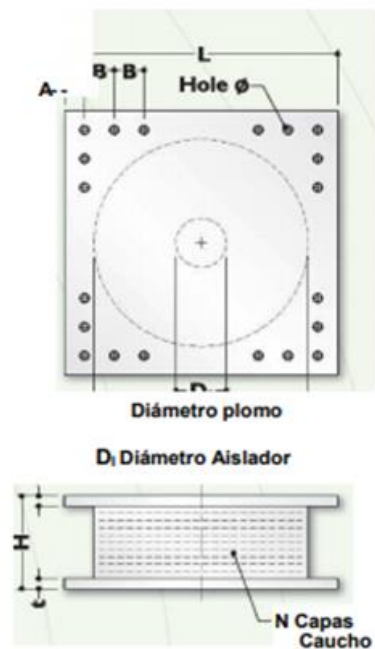
TAMAÑO DEL DISPOSITIVO				DIMENSIONES DE LA PLACA DE SOPORTE					
Diámetro Aislador, D _i (mm)	Altura Aislador, H (mm)	Número de capas de caucho, N	Diámetro del plomo, D _i (mm)	L (mm)	t (mm)	Cantidad Orificios	Orificio Ø (mm)	A (mm)	B (mm)
305	125-280	4-14	0-100	355	25	4	27	50	-
355	150-305	5-16	0-100	405	25	4	27	50	-
405	175-330	6-20	0-125	455	25	4	27	50	-
455	175-355	6-20	0-125	510	25	4	27	50	-
520	205-380	8-24	0-180	570	25	8	27	50	50
570	205-380	8-24	0-180	620	25	8	27	50	50
650	205-380	8-24	0-205	700	32	8	27	50	50
700	205-430	8-30	0-205	750	32	8	33	65	75
750	230-455	8-30	0-230	800	32	8	33	65	75
800	230-510	8-33	0-230	850	32	8	33	65	75
850	230-535	8-35	0-255	900	38	12	33	65	95
900	255-560	9-37	0-255	955	38	12	33	65	95
950	255-585	10-40	0-280	1005	38	12	33	65	95
1000	280-635	11-40	0-280	1055	38	12	40	75	115
1050	305-660	12-45	0-305	1105	44	12	40	75	115
1160	330-760	14-45	0-330	1205	44	12	40	75	115
1260	355-760	16-45	0-355	1335	44	16	40	75	115
1360	405-760	18-45	0-380	1435	51	16	40	75	115
1450	430-760	20-45	0-405	1525	51	20	40	75	115
1550	455-760	22-45	0-405	1625	51	20	40	75	115

(1) Las capacidades de carga axial corresponden a los máximos desplazamientos basados en los límites de diseño del 250% de tensión de corte del de caucho o 2/3 del diámetro del aislador. El desplazamiento real de un aislador y la capacidad de carga dependen del módulo y número de capas de caucho.

(2) Los Rubber Shear Moduli (G) están disponibles desde 0.38 N/mm² hasta 0.70 N/mm².

(3) Para el modelado analítico bilineal de la rigidez elástica, utilice $K_u = 10 \cdot K_d$.

Diámetro Aislador, D _i (mm)	PROPIEDADES DE DISEÑO			Desplazamiento Máximo, D _{max} (mm)	Capacidad Carga Axial P _{max} (kN)
	Rigidez Producida, K _d (kN/mm)	Resistencia Características Q _d (kN)	Rigidez a la compresión, K _v (kN/mm)		
305	0.2-0.9	0-65	>50	150	450
355	0.2-1.2	0-65	>100	150	700
405	0.3-1.6	0-110	>100	200	900
455	0.3-2.0	0-110	>100	250	1,150
520	0.4-2.3	0-180	>200	300	1,350
570	0.5-2.8	0-180	>500	360	1,800
650	0.5-3.5	0-220	>700	410	2,700
700	0.5-4.2	0-220	>800	460	3,100
750	0.7-4.7	0-265	>900	460	3,600
800	0.7-5.3	0-265	>1,000	510	4,000
850	0.7-6.1	0-355	>1,200	560	4,900
900	0.7-6.1	0-355	>1,400	560	5,800
950	0.7-6.1	0-490	>1,800	610	6,700
1000	0.8-6.3	0-490	>1,900	660	7,600
1050	0.9-6.3	0-580	>2,100	710	8,500
1160	1.1-6.5	0-665	>2,800	760	13,800
1260	1.2-6.7	0-755	>3,700	810	20,500
1360	1.4-7.0	0-890	>5,100	860	27,600
1450	1.6-7.2	0-1,025	>5,300	910	33,400
1550	1.8-7.4	0-1,025	>6,500	910	40,000



Ingeniería

Propiedades técnicas del Aislador

Propiedades del aislador: Unidades métricas

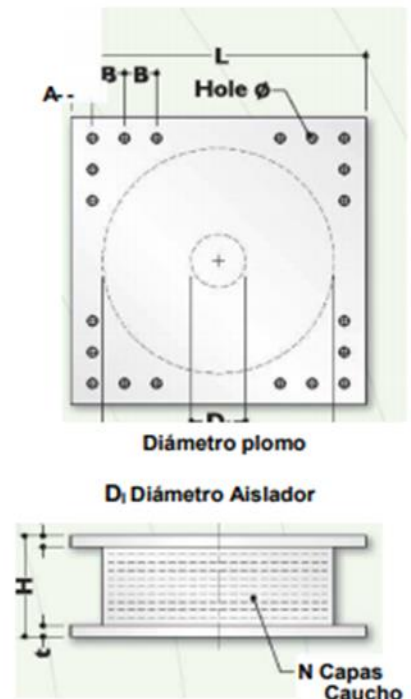
TAMAÑO DEL DISPOSITIVO				DIMENSIONES DE LA PLACA DE SOPORTE					
Diámetro Aislador, D _i (mm)	Altura Aislador, H (mm)	Número de capas de caucho, N	Diámetro del plomo, D _p (mm)	L (mm)	t (mm)	Cantidad Orificios	Orificio Ø (mm)	A (mm)	B (mm)
305	125-280	4-14	0-100	355	25	4	27	50	-
355	150-305	5-16	0-100	405	25	4	27	50	-
405	175-330	6-20	0-125	455	25	4	27	50	-
455	175-355	6-20	0-125	510	25	4	27	50	-
520	205-380	8-24	0-180	570	25	8	27	50	50
570	205-380	8-24	0-180	620	25	8	27	50	50
650	205-380	8-24	0-205	700	32	8	27	50	50
700	205-430	8-30	0-205	750	32	8	33	65	75
750	230-455	8-30	0-230	800	32	8	33	65	75
800	230-510	8-33	0-230	850	32	8	33	65	75
850	230-535	8-35	0-255	900	38	12	33	65	95
900	255-560	9-37	0-255	955	38	12	33	65	95
950	255-585	10-40	0-280	1005	38	12	33	65	95
1000	280-635	11-40	0-280	1055	38	12	40	75	115
1050	305-660	12-45	0-305	1105	44	12	40	75	115
1160	330-760	14-45	0-330	1205	44	12	40	75	115
1260	355-760	16-45	0-355	1335	44	16	40	75	115
1360	405-760	18-45	0-380	1435	51	16	40	75	115
1450	430-760	20-45	0-405	1525	51	20	40	75	115
1550	455-760	22-45	0-405	1625	51	20	40	75	115

(1) Las capacidades de carga axial corresponden a los máximos desplazamientos basados en los límites de diseño del 250% de tensión de corte del de caucho o 2/3 del diámetro del aislador. El desplazamiento real de un aislador y la capacidad de carga dependen del módulo y número de capas de caucho.

(2) Los Rubber Shear Moduli (G) están disponibles desde 0.38 N/mm² hasta 0.70 N/mm².

(3) Para el modelado analítico bilineal de la rigidez elástica, utilice $K_u=10 \cdot K_d$.

Diámetro Aislador, D _i (mm)	PROPIEDADES DE DISEÑO			Desplazamiento o Máximo, D _{max} (mm)	Capacidad Carga Axial P _{max} (kN)
	Rigidez Producida, K _d (kN/mm)	Resistencia Características Q _d (kN)	Rigidez a la compresión, K _v (kN/mm)		
305	0.2-0.9	0-65	>50	150	450
355	0.2-1.2	0-65	>100	150	700
405	0.3-1.6	0-110	>100	200	900
455	0.3-2.0	0-110	>100	250	1,150
520	0.4-2.3	0-180	>200	300	1,350
570	0.5-2.8	0-180	>500	360	1,800
650	0.5-3.5	0-220	>700	410	2,700
700	0.5-4.2	0-220	>800	460	3,100
750	0.7-4.7	0-265	>900	460	3,600
800	0.7-5.3	0-265	>1,000	510	4,000
850	0.7-6.1	0-355	>1,200	560	4,900
900	0.7-6.1	0-355	>1,400	560	5,800
950	0.7-6.1	0-490	>1,800	610	6,700
1000	0.8-6.3	0-490	>1,900	660	7,600
1050	0.9-6.3	0-580	>2,100	710	8,500
1160	1.1-6.5	0-665	>2,800	760	13,800
1260	1.2-6.7	0-755	>3,700	810	20,500
1360	1.4-7.0	0-890	>5,100	860	27,600
1450	1.6-7.2	0-1,025	>5,300	910	33,400
1550	1.8-7.4	0-1,025	>6,500	910	40,000



MATRIZ DE CONSISTENCIA

INFLUENCIA DE AISLADORES SÍSMICOS DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL SÍSMICA EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA 2022							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODO
¿De qué manera influye el uso de aisladores sísmicos de viviendas multifamiliares en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022?	Analizar la influencia del uso de aisladores sísmicos de viviendas multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022	El uso de aisladores Sísmicos viviendas multifamiliar influye positivamente en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022	Variable Independiente (X): Aisladores sísmicos	Ubicación geográfica	Tipo de suelo S1	Norma E.050 RNE. Manual de mecánica de suelos	Tipo de investigación: De acuerdo al fin Aplicada
					Tipo de suelo S3		
				Numero de Niveles	Vivienda multifamiliar de 8 niveles	Modelo estructural	Desacuerdo al Nivel: Correlacional
					Vivienda multifamiliar de 10 niveles		
Tipo de Aislador	Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo	Norma E.031	Desacuerdo al diseño metodológico: Experimental cuasi experimental				
	Aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento						
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS					
¿De qué manera influye la ubicación geográfica de las viviendas multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022?	Identificar la influencia de la ubicación geográfica de la vivienda multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022	La ubicación geográfica viviendas multifamiliar afectara directamente en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022	Variable Dependiente (Y): Respuesta estructural	Parametros de Análisis	NTP E.020	Reglamento Nacional de Edificaciones	De corte: Transversal
					NTP E.030		
					NTP E.031		
¿De qué manera influye el numero de niveles de las viviendas multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022?	Identificar la influencia del numero de niveles de las viviendas multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022	El número de niveles de las viviendas multifamiliar afectara en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022	Variable Dependiente (Y): Respuesta estructural	Analisis sismico	Analisis estatico	ETABS 2016	Enfoque: Cuantitativo
					Analisis Dinamico		
¿De qué manera influye el tipo de aislador en viviendas multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022?	Identificar la influencia del tipo de aislador en las viviendas multifamiliar en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022	El tipo de aislador de las viviendas multifamiliar afectara directamente en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022	Variable Dependiente (Y): Respuesta estructural	Vulnerabilidad estructural	Sismo severo	Norma E0.30 diseño sísmico	Población: Edificaciones multifamiliares de SJL de 8 a 10 pisos
					Esbeltez estructural		
							Muestra: Edificación multifamiliar en SJL de 8 y 10 pisos
							Muestreo: no probabilístico por conveniencia

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

INFLUENCIA DE AISLADORES SÍSMICOS DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL SÍSMICA EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA 2022					
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Independiente (X): Aisladores sísmicos	Saavedra (2015) nos dice que, el aislador sísmico es un elemento de apoyo de alta flexibilidad o baja resistencia que independiza a la estructura del movimiento que se propaga por el suelo donde ésta se funda.	Para el análisis de la influencia de los aisladores sísmicos en edificaciones multifamiliares, se modelará una estructura utilizando el software ETABS V.2016 que será sometida un análisis sismo estático y sismo dinámico para medir las fuerzas que actúan sobre ella, posteriormente se colocara el aislador sísmico y se volverá a recolectar datos para ser comparados.	Ubicación geográfica	Tipo de suelo S1	Razón
				Tipo de suelo S3	
			Numero de Niveles	Vivienda multifamiliar de 8 niveles	Razón
				Vivienda multifamiliar de 10 niveles	
			Tipo de Aislador	Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo	Razón
				Aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento	
Variable dependiente (Y): Respuesta estructural	Enduran (2015) señala que la respuesta estructural, es un valor utilizado en los cálculos de ingeniería sísmica, que mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta.	La variable dependiente sera ensayada utilizando un software de modelamiento estructural ETABS 2016 que nos permitirá realizar un análisis del desempeño estructural.	Parámetros de Análisis	NTP E.020	Razón
				NTP E.030	
				NTP E.031	
			Análisis sísmico	Análisis estático	Nominal
				Análisis Dinámico	
			Vulnerabilidad estructural	Sismo severo	Nominal
Esbeltez estructural					



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de aisladores sísmicos de viviendas multifamiliares en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022", cuyo autor es CENTENO DE LA CRUZ JOSE ALFREDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 24 de Junio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE DNI: 07239759 ORCID: 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 18-07-2022 20:05:52

Código documento Trilce: TRI - 0310211