



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Peralte mínimo de losa aligerada en el análisis de vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar, San Martín de Porres, Lima - 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Abad Zeta Lohle Andher (0000-0002-1271-1542)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes Raúl Antonio (0000-0002-9573-0182)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios y a la virgen, que siempre me lleva por el camino bueno, por brindarme mucha salud y armonía, llenarme de mucha sabiduría y entendimiento.

A mis Padres por ser los pilares primordiales en mi existencia y formación, aconsejándome siempre en los buenos y malos momentos, ayudándome en todo lo que realmente necesito para terminar mi famosa carrera sin ningún problema, las quiero a mis hermanas porque siempre cuento con ellas y están ahí en cada momento brindándome su apoyo incondicional, las quiero. A mi abuela por ser tan cariñosa y consentidora.

A mis tutores, por guiarme y ayudarme en este camino para lograr la culminación de este trabajo con mucho éxito. A mis compañeros de tesis, por hacer de este viaje de éxitos una bonita experiencia.

A mis tíos y tías, por ser como unos segundos padres y aconsejándome siempre en las cosas. A mis primos y primas por hacerme pasar buenos momentos y por ser tan buenos amigos y por ultimo a mi gente porque sé que cuento con cada uno de ellos en todo lo que necesite.

AGRADECIMIENTO

El autor expresa su profundo agradecimiento a las personas que contribuyeron con sus valiosas sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente tesina.

Al Dr. César Acuña Peralta, fundador de la Universidad “CÉSAR VALLEJO”, gratitud eterna por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Licenciatura.

A mi asesor de tesis Mg. Pinto Barrantes Raúl Antonio, por su experiencia científica para la formulación de la Tesis y sus valiosas críticas en la corrección de la matriz de consistencia.

A mi familia por demostrarme su apoyo en toda forma, sea moral y económica, gracias a ello he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)
ABAD ZETA LOHLE ANDHER

(Apellidos, Nombres)

Cuyo título es:

" PERALTE MINIMO DE LOSA ALIGERADA EN EL ANALISIS
DE VULNERABILIDAD SISMICA DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR
SAN MARTIN DE PORRES, LIMA - 2018 "

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

12 (número) Doce (letras).



PRESIDENTE

Mg Huerto Casquillas Enrique
(Grado Apellidos, Nombre)

Lugar y fecha Los Olivos 10-07-19



SECRETARIO

DR. EMERIT TELLO M
(Grado Apellidos, Nombre)



VOCAL

Mg. RAUL PINTO BARRANTES
(Grado Apellidos, Nombre)

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

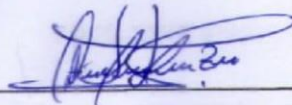
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Abad Zeta Lohle Andher con DNI N°70103345, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniera Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 26 Noviembre de 2018



Abad Zeta Lohle Andher

DNI N° 70103345

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Peralte mínimo de losa aligerada en el análisis de vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar, San Martín de Porres, Lima - 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniera Civil.

Abad Zeta Lohle Andher

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. METODO	28
2.1. Tipo y diseño de investigación	29
2.2. Operacionalización de la variable	30
2.3. Población, muestra y muestreo	31
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de datos.....	31
2.5. Método de análisis de datos.....	32
2.6. Aspectos éticos.....	34
III. RESULTADOS.....	35
IV. DISCUSIONES	90
V. CONCLUSIONES	96
VI. RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS	99
ANEXOS.....	104

RESUMEN

El proyecto de investigación tiene como objetivo determinar el peralte mínimo de la losa aligerada para analizar su vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima, con la finalidad de ver la influencia sobre la vulnerabilidad en el espesor de la losa mediante análisis no lineales "Pushover". Además, se da a conocer la vulnerabilidad sísmica de toda la vivienda multifamiliar dado por los aspectos geométricos, aspectos constructivos y los aspectos estructurales, mediante el método de índice de vulnerabilidad, propuesto por Benedetti y Petrini, donde se consideró los 10 parámetros para la evaluación de la vivienda multifamiliar. Se calcula el peralte mínimo de la losa aligerada para verificar si efectivamente la vivienda multifamiliar está trabajando con espesor mínimo. Asimismo, la muestra probabilística fue de una vivienda multifamiliar y la población es todas las viviendas del distrito de San Martín de Porres que presenten en sus entresijos el peralte mínimo de su diseño y su construcción. También, los instrumentos se utilizaron mediante fichas de observación, y fotografías de la vivienda a analizar, con la finalidad de recolectar información en el lugar del estudio. El nivel de investigación fue explicativo, el método fue cuantitativo, el diseño fue no experimental y por último el tipo de investigación fue aplicada. Se logró determinar que el peralte mínimo de la losa aligerada de la vivienda multifamiliar, tiene una vulnerabilidad baja a pesar de no tener un buen aspecto geométrico, esto se debe a que la estructura si tiene un buen diseño en el aspecto estructural y un buen manejo en el aspecto constructivo. A la vez, se comparó dos espesores donde se obtiene los resultados del modelamiento para ambos espesores donde se observa que si tiene bastantes variaciones en los resultados y lo que implica en la variación es el peso, la rigidez y el acero de la losa aligerada esto influye en la vulnerabilidad ya que esto hace variar bastante en el modelamiento. También, que los desplazamientos ocurridos en la dirección Y-Y, para los niveles de excitación sísmica que demanda la Norma Sismorresistente, son adecuados según los lineamientos establecidos por la misma y los desplazamientos ocurridos en la dirección X-X, para los niveles de excitación sísmica que demanda la Norma Sismorresistente, no son adecuados según los lineamientos establecidos por la misma.

Palabras claves: Análisis de vulnerabilidad sísmica, análisis no lineal "Pushover", vivienda multifamiliar, Peralte mínimo de losa aligerada.

ABSTRACT

The objective of the research project is to determine the minimum depth of the lightened slab to analyze the seismic vulnerability of a multi-family dwelling located in the Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Street N ° 06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima, with the purpose of seeing the influence on the vulnerability in the thickness of the slab using non-linear "Pushover" analysis. In addition, the seismic vulnerability of the entire multi-family dwelling given by the geometrical aspects, constructive aspects and structural aspects is made known through the vulnerability index method, proposed by Benedetti and Petrini, where the 10 parameters for the evaluation were considered. of multifamily housing. The minimum cant of the lightened slab is calculated to verify if indeed the multi-family dwelling is working with minimum thickness. Likewise, the probabilistic sample was of a multifamily housing and the population is all the dwellings of the district of San Martín de Porres that present in their mezzanines the minimum cant of their design and their construction. Also, the instruments were used through observation cards, and photographs of the house to be analyzed, in order to collect information at the study site. The level of research was explanatory, the method was quantitative, the design was non-experimental and finally the type of research was applied. It was determined that the minimum cant of the slab lightens the multifamily housing, has a low vulnerability despite not having a good geometric appearance, this is because the structure does have a good design in the structural aspect and good management in the constructive aspect. At the same time, two thicknesses were compared where the results of the modeling are obtained for both thicknesses where it is observed that if there are enough variations in the results and what it implies in the variation is the weight, the rigidity and the steel of the slab lightened this It influences vulnerability since this makes a lot of variation in modeling. Also, that the displacements occurred in the direction YY, for the levels of seismic excitation demanded by the Seismic Resistant Standard, are adequate according to the guidelines established by it and the displacements occurred in the XX direction, for the levels of seismic excitation demanded by the Seismic Resistant norm, they are not adapted according to the established guidelines by the same.

Keywords: Analysis of seismic vulnerability, non-linear analysis "Pushover", multifamily housing, minimum threshold of light slab.

I. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo muchas de las viviendas multifamiliares han sido vulneradas y colapsadas durante un evento sísmico, esto ha venido siendo un desconcierto para diferentes países. Por lo tanto, es importante efectuar de una manera correcta un análisis de vulnerabilidad sísmica en los elementos estructurales, para poder pronosticar y prevenir daños en las estructuras. Sin embargo, es importante saber que muchos de los ciudadanos construyen de una manera informal por los elevados costos y por los pocos recursos, por eso muchas veces no cumplen con las normas reglamentarias. Un ejemplo, claro es el terremoto de México ocurrido recientemente, el cual cobró muchas vidas. Debido a que presentó en sus edificaciones muchos daños estructurales, por el cual uno de los motivos fue las construcciones informales y su falta de consideración en la norma sismo-resistente.

Sin embargo, según la revista UNAM sostiene al respecto:

El terremoto ocurrido en México el 19 de septiembre de 2017 con una magnitud de 7.1 fue muy violento y la situación de los edificios no era tan sencillas. El incremento máximo de la superficie (Amax) no es específicamente lo que pone en peligro su estabilización. Si no también, las diferentes dimensiones de las estructuras ya que esto hace que su vulnerabilidad sea diversa. Además, las estructuras muy altas son más frecuentes a sufrir amenazas sísmicas cuando las ondas ocurren con mayor periodo de vibración y las estructuras muy bajas son más frecuentes a sufrir amenazas sísmicas cuando las ondas ocurren con menor periodo de vibración (2017, p.3).

Por otro lado, Perú cuenta con una sismicidad muy alta y por tanto es muy riesgoso, es por ello que se debe tener en cuenta los criterios de diseño sísmico. Sin embargo, muchas de nuestras edificaciones no cuentan con las especificaciones establecidas del reglamento, ya que se ha visto estructuras no calificadas. Es por ello que es significativo analizar los elementos estructurales en edificaciones para ver su comportamiento ante un sismo. Por lo consiguiente, la ciudad de lima es una zona vulnerable por tanto es necesario diseñar una edificación de acuerdo a norma E.30. Por el contrario, La municipalidad de lima (2015) sostiene que el procedimiento del estudio de la vulnerabilidad evalúa las realidades existentes de los elementos de la vulnerabilidad. Es por ello, que es importante analizar los elementos estructurales de una edificación para de esta manera evitar daños estructurales en las estructuras.

Además, la losa aligerada es un elemento estructural, básicamente lo utilizan en las construcciones porque es muy ligero y económico. Por tanto, ayuda a reducir efectos de fuerzas causados por los sismos. Según Fernández y Quiroz (2017, p.13) en tanto sean más aligerados las losas aligeradas, pueden disminuir las longitudes de los cimientos y también

cada elemento que tienen las construcciones. Por lo tanto, debido a la importancia que tienen las losas aligeradas se realizara una investigación favorable.

Por lo consiguiente, la presente investigación, básicamente se establecerá en determinar un peralte mínimo para la losa aligerada con el propósito de verificar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar en San Martín de Porres 2018. Asimismo, en la verificación se tendrá en cuenta la falla a corte en el peralte de la losa aligerada.

En el ámbito nacional

Pecori Zavaleta, Carlos y Cruz Miranda, Octoniel (2018) en sus tesis “ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. EMBLEMÁTICA SAN JUAN DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil UPN, tiene como objetivo establecer el NVS de la I.E. Emblemática San Juan de la provincia de Trujillo. Estudio de vulnerabilidad sísmica de una construcción existente, pues las limitaciones que se tenían en conocimientos relacionados con el procedimiento de una edificación ante un evento sísmico. Concluye que el grado de vulnerabilidad en los pabellones A, C Y J fue bajo-medio. Este antecedente sirvió para tener presente los aspectos que se deben tener en cuenta en el caso de las técnicas y herramientas, para validar la tesis. Se planteó algunas alternativas de solución a los principales problemas detectados y que requieren una atención inmediata. Así mismo se realizó la propuesta de un nuevo proyecto estructural del pabellón C, conservando sus longitudes y sus ambientes de la estructura. El aporte, consta que las autoridades competentes puedan tomar las oportunas medidas de prevención, buscando de esta manera reducir daños ante un evento sísmico.

Castro Ortega, Deyvi (2015) en sus tesis “VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE JAUJA-JUNIN”, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil UNI, tiene como objetivo conllevar a la disminución de la vulnerabilidad sísmica en la población de Jauja contribuyendo equipos para la toma de medida relacionado con los criterios de interposición. De esta manera, establecer la vulnerabilidad sísmica en la población de Jauja mediante métodos que permita coincidir los aspectos técnicos de una forma rápida para evaluar la vulnerabilidad de las construcciones existentes. Concluye, que el procedimiento del índice de vulnerabilidad es conveniente para ser efectuado y adecuado para los asentamientos humanos, conveniente porque nos determina los aspectos técnicos de una forma muy efectiva, muy aproximado y no es muy costoso. Para poder realizar el análisis

del daño es importante obtener situaciones de vulnerabilidad que se presenta en las tipologías de las edificaciones existentes en la parte donde se realiza el estudio, debido a que estas funciones plasmarán resultados más confiables y reales en el ámbito de estudio. Conjuntamente, cuando se evalúa el comportamiento sísmico encontramos malos procedimientos constructivos en las edificaciones y presentan arriostramiento vertical deficiente entre muros y columnas. Además, se determina que las construcciones de adobe presenta una alta vulnerabilidad ya que esto se debe a la antigüedad, a la vez contiene una baja resistencia convencional y no poseen ductilidad. El aporte, es con el fin de apreciar los daños ocasionados en las estructuras y evitar de esta manera pérdidas humanas, para ello se debe conocer bien el nivel de vulnerabilidad sísmica.

González Vásquez, Frank (2017) en su tesis “VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO 1-I DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA”, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil UNC, tiene como objetivo estimar el NVS de la edificación de la universidad de calamar, a la vez ver el comportamiento sísmico, ver en qué estado se encuentra, ver su inestabilidad de los muros y por ultimo ver su resistencia de concreto de los elementos que tiene las estructuras. Conclusión, después de obtener los resultados predeterminados se concluye que relativamente la edificación 1-I presenta una alta vulnerabilidad debido a su comportamiento sísmico que es muy incorrecto, a la vez observamos que se encuentran en un buen estado y algunos tabiques seguros. Conjuntamente, durante el análisis se determinó que se originarán derivas de entrepiso ya que se verifico que no está determinado por la norma E.030 durante una acción de cargas sísmicas. También, los tabiques se predetermina muy inestables, las columnas y vigas no desempeñan con cargas sísmicas pero si con las cargas vivas y muertas por tanto podrían fallar durante un sismo con gran magnitud. El aporte, dar seguridad a los pobladores a la vez a los estudiantes de la universidad nacional de Cajamarca a la vez reforzar a la estructura evaluada para así evitar pérdidas humanas.

Marín Marín, Fredy (2014) en su tesis “DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES 1 Y 2 DE LA I.E. ESTATAL RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO DEL DISTRITO DE JAÉN- CAJAMARCA”, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil URP, tiene como objetivo establecer la vulnerabilidad sísmica en los pabellones para de esta manera proyectar medidas que reconozcan la optimización del comportamiento estructural y así poder reducir los posibles daños que podrían ocasionar un

evento sísmico. Concluye, que la I.E. Estatal Ramón Castilla y Marquesado presenta vulnerabilidad alta y baja en los pabellones 1 y 2 por motivo de su mal comportamiento sísmico, a la vez se predetermina en la columna corta una alta rigidez, en los tabiques se da a conocer su inseguridad y de mal estado de mantenimiento. Los aspectos geométricos, constructivos y estructurales que se intervinieron en la vulnerabilidad sísmica fueron los desplazamientos del entrepiso, agrietamientos en la columna corta, característica ideal de bloque, característica de gráficos invulnerables y uso del procedimiento antisísmico. El aporte, dar seguridad a los pobladores a la vez reforzar a la estructura evaluada para así evitar pérdidas humanas.

Laucata Luna, Johan (2013) en su tesis “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO”, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil PUCP, tiene como objetivo predeterminar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas informales en la población de Trujillo. A la vez, implica conocer las configuraciones de las viviendas de las zonas estudiadas y posteriormente adecuar una terminación para atenuar el riesgo sísmico de zonas estudiadas en el lugar de Trujillo. Concluye, después de los resultados obtenidos presenciamos que las dificultades más frecuentes fue que las tabiquerías no presentaban arriostre, describiendo así gran insuficiencia consecuente en las viviendas informales para de esta manera poder disminuir la vulnerabilidad ante un evento sísmico. Además, las construcciones informales en Trujillo ante un suceso inesperado de un sismo severo podrían colapsar y causar daños. También, se puede ver que las viviendas encuestadas que durante el proceso constructivo los materiales de construcción y la calidad de mano de obra presenta de regular a defectuoso en su calidad. El aporte, es que servirá de gran ayuda para adicionar información al interesado en la parte de la vulnerabilidad sísmica. Asimismo, hacerles saber a los pobladores de la provincia de Trujillo en las condiciones que se encuentra las viviendas informales para que de esta manera tengan conciencia que durante un sismo podría colapsar.

En el ámbito internacional

Caiza Flores, Marco y González Ushiña, Claudio (2018) en su tesis “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS ANTIGUAS MIXTAS DE HORMIGÓN – MADERA. APLICACIÓN AL CASO DE UNIDAD EDUCATIVA JUAN MONTALVO EN SANGOLQUI”, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil UFA, tiene como objetivo evaluar el MIV

y proponer una alternativa de reforzamiento en la estructura antigua mixta de la unidad educativa Juan Montalvo. Conclusión: Los ensayos no deductivos entregan información relevante para el análisis estructural de edificaciones antiguas. El conocimiento del procedimiento eficiente de la edificación, que entrega el ensayo de los acelerómetros, permite calibrar el modelo digital de la realidad, mediante toma de decisiones como: modificaciones de las propiedades resistentes de los materiales y modificaciones en la capacidad resistente de las secciones.

Quizhpilema Piray, Alexandra (2017) en su tesis “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO DE AULAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, UTILIZANDO LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC-SE-RE, 2015)”, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil UCE, tiene como objetivo estimar la vulnerabilidad sísmica de la estructura de la UCE, considerando la norma ecuatoriana de la construcción. Para ello, se debe tener en cuenta sus patologías existentes, el nivel de vulnerabilidad usando el método Fema 154, el desempeño que tiene la edificación y obtener los procesos precisos matemáticos para llevarlo a un software. Conclusión: de acuerdo a los resultados obtenidos Quizhpilema concluye que la manifestación de las singularidades de la edificación se observa que no se cumple con los requisitos que pide la norma sismo resistente ecuatoriana. Asimismo, predeterminamos con el método Fema 154 que la estructura adquiere una vulnerabilidad alta en las aulas de la UCE en los pabellones 1,2, y 3. En el pabellón 4 adquiere una vulnerabilidad media debido a las anormalidades que tiene el diseño. Para la ejecución de la investigación se procede a realizar ensayos vibratorios para establecer los periodos de vibración en cada uno de los elementos estructurales que concede la estructura, ver las patologías existentes, hacer una observación y estimación sísmica compendiada de estructuras existentes.

Hernandez Avila, Miguel (2016) en su tesis “VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS DEL CAMPUS MOCAMBO DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA”, tesis para obtener el grado de maestro en ingeniería aplicada (estructuras) UV, tiene como objetivo establecer el MIV a de las edificaciones selectas del Campus Mocambo de la Universidad Veracruzana para afirmar la continuación de los productos elementales, disminuir perjuicios a la propiedad, minimizar el riesgo de colapso, evitar pérdidas de vida y tener un nivel de seguridad sísmica de acuerdo con el método de análisis utilizado. Concluye, los modelos estructurales presentados en este trabajo son los más cercanos a las

estructuras reales, pues sus periodos obtenidos mediante ambos métodos (experimental y analítico) son muy similares, lo que garantiza un margen de error mínimo en el modelado de dichas estructuras, y la obtención de las cuantificaciones necesarias para el estudio del método para calcular la vulnerabilidad sísmica. Además, no se presenta el fenómeno de resonancia entre el suelo y los edificios pues en todos los casos no coinciden las etapas esenciales del suelo con los de la edificación. Los elementos no estructurales (puertas, ventanas, muros divisorios, etc.) no presentan daño aparente por sismo.

Martínez Cuevas, Sandra (2014) en su tesis doctoral “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA URBANA BASADA EN TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS Y DISPOSICIÓN URBANA DE LA EDIFICACIÓN. APLICADO A LA CIUDAD DE LORCA, REGIÓN DE MURCIA”, tesis doctoral UPME, tiene como objetivo poder identificar y medir las cuantificaciones urbanísticas con demasiada correspondencia a sufrir perjuicios en las estructuras tras la ocurrencia de un evento sísmico para disminuir vulnerabilidad sísmica de las localidades de la región Murcia. Asimismo, detallar los métodos más concisos para ver cómo se comporta las estructuras y a la vez ver la vulnerabilidad sísmica. Se concluye que es importante la realización del estudio de suelos y necesario verificar la norma sismo resistente para así llevar a cabo un buen diseño en las edificaciones. Además, sin la realización del estudio no es viable añadir, de manera correcta, una forma específica de perfeccionamiento para la acción, sin que las deducciones de daño impliquen disminuciones descriptivas. También la mitología esta específicamente aplicada a 4 distritos de Lorca, 3 lugares de trabajo, para lo que se ha elaborado un insondable trabajo de campo para la reconstrucción de una remata y delicada plataforma de fundamentos de 850 edificaciones con su tipología favorable y sus distintivos urbanísticos.

Maldonado Salas, Yonatan (2013) en su tesis “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UN EDIFICIO ESENCIAL: EL HOSPITAL PÚBLICO DE VAL D'ARAN”, tesis para obtener el grado de maestro en ingeniería UPC, tiene como objetivo realizar un análisis estático no lineal (Pushover) para que de esta manera poder lograr conseguir las curvas de vulnerabilidad considerando que el edificio donde se pretende evaluar es de uso importante ya que se trata de un Hospital de Vielha, Conjuntamente, si se considera que es significativo se puede hacer algunas recomendaciones oportunos de acuerdo a este estudio siempre haciendo el uso educado a la estructura. Además, se plantea determinar el lugar sísmico con acorde a las medidas del Eurocódigo (EC-08) y la norma sismo resistente española (NCSE-02), aplicar el programa SAP2000 y TREMURI para

realizar una evaluación modal conveniente a la edificación y conseguir el lugar de desempeño, curvas de fragilidad y índice de daño para calcular la vulnerabilidad sísmica. Se concluye, que entre los dos programas nos vota resultados diferentes el periodo de vibración dirección X ($T_{xSAP} = 0.26s$ y $T_{xTREMURI} = 0.12s$) y en la dirección Y se logró conseguir iguales las deducciones ($T_y = 0.17s$), la que deducimos es que los dos programas son muy resistentes en la cual nos permite modelar de manera segura. En la curva de fragilidad observamos el daño, según en la dirección X el daño se da en un 47%, para el estado ponderado es de 11%, para el severo 5% y colpso 0%. Para la dirección Y predeterminamos un daño leve y ponderado.

Srijana Gurung Shrestha (2013) en su tesis “SEISMIC VULNERABILITY ANALYSIS OF TRADITIONAL BRICK MASONRY BUILDINGS”, submitted to the department of civil engineering in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in structural engineering IUIT, tiene como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica de la albañilería tradicional de ladrillos, en resumen los objetivos para poder hallar la vulnerabilidad es revisar detalladamente el estudio estructural de la edificaciones a evaluar, generar las curvas de fragilidad sísmica y comparar las curvas de fragilidad generadas por los diferentes tipos de edificaciones. Conclusión, después de los resultados dados se puede concluir que según la curva de fragilidad las estructuras soportan estados de daños ligeros, moderados, grandes y completos debidos a terremotos que se hayan presentado en la tesis. Se presentaron 03 acelerogramas que se utilizaron en la edificación., para tener en cuenta los escenarios de los sismos. Se precisa que las curvas son precisas para determinar la posibilidad de daño y tomar medidas racionales en las edificaciones existentes.

Prodip Kumar Sarkar (2014) en su tesis “SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF EXISTING CONCRETE BUILDING”, thesis submitted to iiest, shibpur towards partial fulfillment of the degree of master of engineering in civil engineering ICTI, tiene como objetivo de esta investigación es reducir el daño a través de una estimación sistémica de riesgo, mejorar el estudio de la amenaza sísmica y comprender la vulnerabilidad sísmica para de esta manera obtener escenarios de riesgo. Conclusión, de acuerdo a los resultados obtenidos las curvas de fragilidad para los otros niveles de rendimiento significa que el nivel de precisión de los diferentes modelos de superficies de respuesta (SD LLSM, SD MLSM, CCD LSM Y CCD MLSM) en cada nivel de rendimiento. Por otro lado, para el análisis de fragilidad se obtiene que el enfoque CCD-MLSM facilita la excelente proximidad seguida

de la CCD LSM, SD MLSM Y SD LSM, respectivamente, en paralelo con los resultados de DMCS.

Artículos científicos

C. Dya, Adrián y C.Oreteaa, Andrés (2015) en el artículo científico “SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF SOFT STORY IRREGULAR BUILDINGS USING PUSHOVER ANALYSIS”, tiene como objetivo realizar un estudio estático de transferencia mediante el programa SAP2000, en la cual consta de una edificación de 05 pisos. Además, se debe considerar los códigos y tener en cuenta los procedimientos del ATC -40 considerando que el edificio no supere el 1.0 s de periodo de vibración ya que está determinado para esta manera y ver las derivas de los entrepisos como límite máximo 2%. Conclusión, después de los resultados dados se concluye que se puede ver la causa importante de historia suave al analizar la estructura. Además, las estructuras pueden ser susceptibles a los sismos donde se expresa que es la ubicación de fuerzas sísmicas. Aunque la demanda total en la estructura es más pequeño debido a la ampliación de la elevación. El riesgo de la estructura se extiende debido a los mayores riesgos de los espacios específicos, también depende de la gravedad o cantidad de la historia suave de la estructura. Se reconoce cualquier estructura que este diseñada apropiadamente podrá resistir un evento sísmico sin cometer daños colosales.

E. Lumantarna, N. Lam, H.H. Tsang, J. Wilson, E. Gad and H. Goldsworthy (2014) en el artículo científico “REVIEW OF METHODOLOGIES FOR SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF BUILDINGS”, tiene como objetivo obtener la probabilidad de que supere un nivel de daño en una determinada edificación durante un evento sísmico. En la cual el procedimiento de la evaluación consta en dos categorías, métodos empíricos que se establecen en la observación de daños y métodos analíticos que se establecen en el desempeño estructural a través de procedimientos analíticos. Conclusión, de acuerdo a lo mencionado la elección de los parámetros para la medición de la vulnerabilidad y la intensidad son completamente eficaz. A la vez, los análisis historiales de período no lineales se consideran en general para representar mejor los efectos de las características de movimiento de terreno en las respuestas de las estructuras, En habitual, se halló que las estructuras quedaban afirmados lateralmente por muros de corte que son altamente excéntricos. Por lo tanto, las molduras de concreto reforzado deben añadir el

comportamiento de los procedimientos estructurales en su conjunto en impedimento al comportamiento de las molduras de concreto reforzado en manera aislada.

Ioana Olteanu, Alex H. Barbat and Mihai Budescu (2015) en el artículo científico “VULNERABILITY ASSESSMENT OF REINFORCED CONCRETE FRAMED STRUCTURES CONSIDERING THE EFFECT OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS”, tiene como objetivo determinar la influencia en la curva de la vulnerabilidad para ello se considera el espesor de la losa, números de niveles y configuración del plano. Por tanto, se realiza diferentes análisis estáticos no lineales (Pushover) donde se utiliza el programa SAP2000. Conclusión, de acuerdo a lo mencionado se determina en los resultados que efectivamente existe una concordancia directamente proporcional entre el espesor de la losa y la vulnerabilidad de la edificación. Además, se considera que esta conclusión solamente es válida para edificaciones de alta y media altura ya que los de baja altura no se consideraron en este estudio. Sin embargo, se considera que las edificaciones de baja altura son más vulnerables.

Nuno Mendes and Paulo B. Lourenço (2016) en el artículo científico “SEISMIC VULNERABILITY OF EXISTING MASONRY BUILDINGS: NONLINEAR PARAMETRIC ANALYSIS”, tiene como objetivo realizar un estudio que se presenta el análisis paramétrico considerando las características de las edificaciones, la tipología de la construcción portuguesa. De esta manera, se compara el rendimiento sísmico de la edificación en función de las diferenciaciones de sus propiedades con respecto a la respuesta de un modelo en referencia. Por lo tanto, el análisis paramétrico se realiza en dos tipos de análisis estructural, el primero es el análisis dinámico no lineal con respecto al tiempo evaluando las influencias de amortiguación y el segundo es el análisis Pushover relacionado a las fuerzas proporcionales a las fuerza inercia de la estructura. Conclusión, de acuerdo a los resultados manifiestan que el módulo de Young de las paredes de la mampostería e pisos de madera y las propiedades no lineales son las cuantificaciones que más intervienen en el rendimiento sísmico. Así mismo, la rigidez de los pisos interviene en la capacidad resistente y en el mecanismo de colapso. El aumento del espesor de los entrepisos fortaleció el rendimiento sísmico, de esta manera recalca la disminución de los desplazamientos afuera del plano de las tabiques de mampostería.

M. Fava, M. Munari, F. da Porto & C. Modena (2016) en el artículo científico “SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF EXISTING MASONRY BUILDINGS BY

NONLINEAR STATIC ANALYSES AND FRAGILITY CURVES” tiene como objetivo determinar la curvas de fragilidad, donde se analizara edificaciones históricos que pertenece a la universidad de Padua. Para dicho artículo se tendrá en cuenta los estudios preliminares donde se definirá los aspectos geométricos y estructurales. Además, acceder una amplificación inmediata de vulnerabilidad en una extensa propiedad de construcciones a partir de las evaluaciones realizadas en estructuras de referencia. Conclusión, la estimación de otras características estructurales consiente el estudio de varios elementos., las cuantificaciones reconocidos se evaluaron de acuerdo con su posible disponibilidad (en el sitio) y su influencia en la respuesta sísmica. Por tanto, se adoptó hacer el análisis por el número de edificios que se ubican en la universidad Padova ya que son estructuras históricas.

DD Ayala (2013) en el artículo científico “ASSESSING THE SEISMIC VULNERABILITY OF MASONRY BUILDINGS” tiene como objetivo determinar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de mampostería. En la cual, la evaluación consta de un procedimiento establecido en el análisis de estado limite y elementos de colapso, de este nodo obtendremos las curvas de capacidad y espectro de capacidad. Conclusión, de acuerdo a lo mencionado la vulnerabilidad sísmica en las estructuras se ha venido evaluando manejando técnicas prácticas basados a la observación de daños. Los métodos analíticos para analizar las estructuras de mampostería has aumentado en número y en calidad. Por otro lado, el estudio de FaMIVE muestra mucha relevancia en la construcción y sobre todo la gran importancia de suponer otros mecanismos de falla para de esta manera identificar los riesgos de falla.

▪ **Vulnerabilidad sísmica**

Para definir la vulnerabilidad sísmica, la revista informativa sostiene al respecto:

Consiste en la vinculación de cuantificaciones aptas de pronosticar el tipo de perjuicio estructural, condición de fallo y la capacidad invulnerable de una edificación bajo situaciones posibles de un terremoto. Por otra, parte nos indica que no debidamente depende de la estructura, también depende de la zona. (2013, p.5).

Lo que la revista menciona, que la vulnerabilidad sísmica se puede comprender como categoría específica de un elemento estructural a resistir perjuicio durante a un evento sísmico. De tal forma, es importante conocer los diferentes métodos que nos permite evaluar la vulnerabilidad sísmica lo cual escogeremos unos de los métodos para poder hacer la investigación.

❖ **Peligro sísmico**

Para definir el peligro sísmico, Kuroika sostiene al respecto:

El peligro sísmico es una posibilidad en la cual acata a la intensidad que se manifiesta en las estructuras, por lo que también acata a la capacidad del movimiento sísmico y el trayecto que ocurre un terremoto. También, es importante saber los métodos probabilísticos simplificados para determinar un peligro sísmico y precisar el procedimiento sísmico de un lugar específico. (2002, p.23).

El peligro sísmico consiste en una posibilidad de un movimiento sísmico de tal modo esto hace acelerar al suelo. Se puede decir que peligro sísmico está definido por 4 puntos importantes. Primero identificar y caracterizar las fuentes de sismo en el lugar determinado. La identificación de la fuente contiene el esclarecimiento de la geometría de cada fuente y su potencial sísmico.

❖ **Riesgo sísmico**

Para definir el riesgo sísmico, Cardona sostiene al respecto:

El riesgo sísmico es la correlación continua en peligrosidad y vulnerabilidad sísmica. Para que coexista riesgo sísmico se debe causar una fundición de los dos. Evalúa y considera pérdidas generales y financieras permisibles provocadas por evento sísmico de tal forma dar la derivación de la grieta de las estructuras. (2005, p.3).

De acuerdo a lo mencionado, el riesgo sísmico influye la probabilidad de un evento sísmico lo cual son consecuencias sociales y económicas. Por tanto, como resultado ocasiona pérdidas y daños provocados por un terremoto.

❖ **Daño sísmico estructural**

Para definir el daño estructural, Revista de la Universidad de Costa Rica sostiene al respecto:

Consiste en que los elementos estructurales de una edificación puedan sufrir daño durante un evento sísmico. Para ser más precisos es el desperfecto que pueden presenciar los elementos estructurales o bloques resistentes que establecen en la edificación. Por otra parte, es importante que la edificación tenga un buen comportamiento sísmico ya que de esta manera determinamos el nivel de daño estructural que resistiría una estructura. (2009, p.1).

El daño estructural se define tres conceptos básicos su resistencia, rigidez y su ductilidad. La resistencia sería la capacidad que tiene un cuerpo que soporta una fuerza, por lo general las que soportan más el peso son todos los elementos estructurales, entonces son las que sufren más daño. La rigidez es cantidad mayor o menor que surge en una estructura. Es decir, entre más rígido sea la estructura menor será el movimiento que tengan. La rigidez es muy

diferente que la resistencia ya que un edificio puede ser diferente pero no rígido. Por último, la ductilidad es el límite de deformación que tiene un material antes de la fractura después que se le aplique una fuerza.

Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica

Para realizar la vulnerabilidad consta de dos métodos específicos en la cual nos indica en la figura 01. El primer método trata sobre la realización de modelamientos estructurales en programas para ver su comportamiento sísmico y ensayos para ver el daño global que presenta la edificación. Este lo llamamos método analítico en la cual se relaciona con vulnerabilidad calculada. (Peralta, 2002, p. 185).

El segundo método trata sobre el enfoque de la observación del daño ocasionado en las edificaciones durante un evento sísmico, mediante apuntes en campo de MIV o la ponencia relativa de especialistas sobre el comportamiento sísmico de desemejantes características constructivas. Este lo llamamos métodos cualitativos en la cual se relaciona con vulnerabilidad observada (Peralta, 2002, p. 186).

De acuerdo a lo mencionado, los métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica constan de dos métodos analíticos y cualitativos. Por lo tanto, se dará a conocer a continuación su definición de cada uno. En la figura 01 nos indica la metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica.

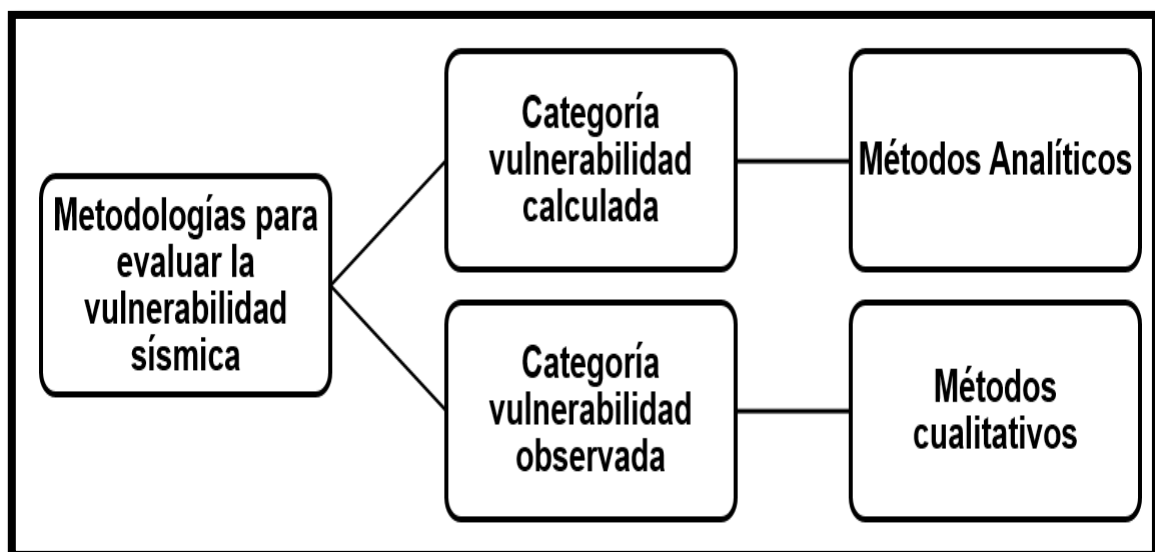


Figura 1. Metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica

Para hacer un adecuado análisis de vulnerabilidad sísmica se pretende describir los métodos para de esta manera conllevar una mejor investigación. A continuación, mencionaremos a detalle cada uno de los métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica.

❖ **Métodos Analíticos**

En las estructuras existentes de acuerdo al método analítico la evaluación de la vulnerabilidad se establece en elementos manejados para el diseño y respetar los códigos que presenta en la construcción. De esta manera, se debe calibrar el modelo del análisis dinámico inelástico del edificio. (Caballero, 2007, p. 45).

De acuerdo lo mencionado, el método analítico consta en hacer una evaluación sísmica en edificios ya existentes de esta manera se basa a los elementos manipulados para el diseño de estructuras nuevas. Dentro de los métodos analíticos encontramos varios métodos adecuados para el estudio de las edificaciones individuales.

Llanos y Vidal nos detalla cada 4 métodos importantes para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica que son los siguientes:

- Método NSR-98 (AIS, 1998)
- Método FEMA 178
- Método ATC - 40
- Método FEMA – 356

❖ **Métodos cualitativos**

Consiste en la observación es más conciso para la estimación de la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones grandes y considerable ya que se puede analizar con un costo mínimo. (Caballero, 2007, p. 45).

Dentro de los métodos cualitativos encontramos varios métodos adecuados para el estudio de las edificaciones individuales. Por tanto, Llanos y Vidal nos permiten saber cada método que son los siguientes:

- Método ATC-21
- Método Empírico
- Método italiano
- Método argentino
- Método del índice de vulnerabilidad
- Método NAVFAC

Método elegido para el análisis de vulnerabilidad sísmica

Debido a todo lo mencionado, se optará por dos métodos para un buen análisis el método del índice de vulnerabilidad y el método de análisis estático no lineal (Pushover), lo cual el cuyo objetivo es cuantificar los parámetros en general en función a la acción sísmica que puede sufrir cualquier tipo de estructura según sus factores de conocimientos estructural, normativo y procedimiento constructivo. Para ello, se debe evaluar los parámetros relacionado a los aspectos relevantes de una edificación determinada de acuerdo a su calidad y tipo de sistema resistente.

Según (Benedetti & Petrini, 1984), sostiene: El índice de vulnerabilidad para una edificación establecida esta expresada mediante una formula empírica y una tabla donde explica los parámetros o escala numérica del índice de vulnerabilidad. Asimismo, la tabla de la escala global de vulnerabilidad. La fórmula y las tablas lo vemos en el (anexo 02).

➤ **Aspectos Geométricos**

Configuración en planta

En este parámetro se da a conocer la configuración en planta que tiene la estructura teniendo en cuenta el comportamiento sísmico. Para ello, se considera la estructuras rectangulares a/L entre el ancho y largo en planta. Asimismo, se considera las protuberancias del cuerpo principal de la vivienda dado por b/L . (Alva, 2016, p. 20).

Para la evaluación de este parámetro, Alva sostiene lo siguiente:

A. $a/L \geq 0.8$ o $b/L \leq 0.1$

B. $0.6 \leq a/L < 0.8$ o $0.1 < b/L \leq 0.2$

C. $0.4 \leq a/L < 0.6$ o $0.2 < b/L \leq 0.3$

D. $a/L < 0.4$ o $b/L > 0.3$ (2016, p. 20).

De acuerdo a lo mencionado, la configuración en planta hace que los arquitectos responsables de la configuración del edificio determinen la masa y la forma con la ayuda de ingenieros estructurales, quienes determinan el esquema estructural para mejorar ambos la función y especialidad del edificio; gracias a esta planificación un edificio responde ante un sismo. De tal forma, se ve la figura ilustrativa (ver anexo 03).

Separación máxima entre muros

Nos indica que las columnas deben ser colocadas con una separación máxima equivalente al doble de la altura que hay entre el sobre cimiento y la viga solera, o el refuerzo horizontal que se ubica en el techo. (Alva, 2016, p. 21).

Para la evaluación de este parámetro, Alva sugiere al respecto:

- A. $L/S < 15$
- B. $15 \leq L/S < 18$
- C. $18 \leq L/S < 25$
- D. $25 \leq L/S$ (2016, p.21).

De acuerdo a lo mencionado, la separación máxima entre muros hace estrictamente que las columnas deben ser colocadas con una separación máxima equivalente al doble de la altura que hay entre el sobre cimiento y la viga solera, o el refuerzo horizontal que se ubica en el techo. De tal forma, se ve un ejemplo en la figura ilustrativa (ver anexo 04).

Configuración en elevación

Nos indica que se analizara la simetría en planta que tiene la edificación, a la vez se considera que los “Pórticos” se obtienen como la proporción porcentual entre el área de la superficie en planta del mismo y el área de la superficie total del piso. La representación de los pórticos a de altura y masa significativa con respecto a la parte restante del edificio se evalúa y se introduce mediante la relación numérica T/H, tomando en cuenta su irregularidad con la variación que depende de la masa brindando en $\% \pm \Delta M/M$. (Alva, 2016, p.20).

Para la evaluación de este parámetro, Alva indica lo siguiente:

- A. $-\Delta M/M < 10\%$
- B. $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$
- C. $-\Delta M/M > 20\%$
- D. $+\Delta M/M > 0$ (2016, p.20).

De acuerdo a lo mencionado, la configuración en elevación hace que no generen modificaciones radicales en las dimensiones, masas, rigideces y resistencias del edificio, para evitar concentraciones de esfuerzos en determinados pisos que son probablemente frágiles con respecto a los restantes.

➤ Aspectos constructivos

Calidad del sistema resistente

Nos indica que se evalúa el tipo de mampostería, las características del sistema de albañilería de acuerdo a su resistencia, considerando el tipo de material, su forma y homogeneidad del material la que se usó en la construcción. (Alva, 2016, p.16).

Para la evaluación de este parámetro, Alva indica al respecto:

- A. Albañilería y mortero de buena calidad.
- B. Albañilería de buena calidad con mortero, pero con unidades de albañilería no muy homogéneas a lo largo de todo el elemento.
- C. Albañilería de baja calidad con poco mortero, no homogéneas, pero bien trabadas.
- D. Albañilería de baja calidad con baja o sin presencia de mortero, con unidades de albañilería no homogéneas y mal trabadas (2016, p. 16).

De acuerdo a lo mencionado, se efectúa mediante dos factores, considerando el material a usar en la construcción, la forma y su homogeneidad considerando siempre los parámetros a efectuar para una mayor optimización. De tal forma, se ven en las figuras ilustrativas para cada indicador ya sea el parámetro A, B, C y D (ver anexo 05).

Estado de conservación

Evaluar el estado de conservación de edificaciones desde una doble expectativa técnica hasta la expectativa de sus implicaciones económicas, requiere de un profundo conocimiento de cada uno de los sistemas constructivos y sus patologías más frecuentes en condiciones permanentes de seguridad, uso efectivo, accesibilidad y rendimiento energético. Se obtiene una de las clases. (Alva, 2016, p. 23):

Para la evaluación de este parámetro, Alva afirma lo siguiente:

- A. Muros, columnas y techo en buena condición y sin daño visible.
- B. Muros, columnas y techo con agrietamiento que no ha sido provocado por terremotos.
- C. Muros y columnas con grietas de mediano tamaño (2 a 3 mm de espesor) o con grietas causadas por sismo. Estructuras que no presentan agrietamiento pero que tienen un estado de conservación mediocre.

D. Muros y columnas con gran deterioro en los materiales de construcción o con agrietamiento de espesor superior a 3mm. Techos muy dañados cercanos al colapso (2016, p. 23).

De acuerdo a lo mencionado, el estado de conservación hace que la edificación sea clasificada como muy bueno (mantenimiento permanente y sin deterioro alguno), bueno (sostenimiento indisoluble y menudos desperfectos en los acabados), regular (mantenimiento esporádico y sin deterioro alguno y con deterioros, sin compromisos subsanables o deterioros visibles en los acabados), malo (sin mantenimiento frecuente y con deterioros en función a compromisos sin riesgo de derribo y visibles desperfectos en los acabados e subestructuras) o muy malo (presencia de deterioro y posible colapso con el único valor de los materiales recuperables), de acuerdo a la conformidad de la evaluación derivada de los rubros de la construcción. De tal forma, se ven en la figura ilustrativa (ver anexo 06).

➤ **Aspectos estructurales**

Organización del sistema resistente

Para la evaluación de este parámetro, Alva sostiene al respecto:

- A. Edificación en albañilería confinada en cada planta de la edificación.
- B. Edificación en albañilería solo con vigas de confinamiento sin columnas o viceversa o vigas con columnas de confinamiento, pero no en todas las plantas.
- C. Edificación en albañilería que no posee columnas de confinamiento y vigas en cada planta de la vivienda y que está conformado por paredes ortogonales bien ligadas.
- D. Edificación en albañilería confinada que no posee vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas, con paredes ortogonales no ligadas o mal ligadas (2016, p. 14).

Nos indica que se evaluara los elementos verticales de acuerdo al material a utilizar considerando su resistencia, la eficacia de las uniones de los elementos estructurales verticales y fundamentar la semejanza del comportamiento de la estructura. De tal forma, se ven en las figuras ilustrativas para cada indicador ya sea el parámetro A, B, C y D (ver anexo 07).

Diafragmas horizontales

Los diafragmas horizontales tienen una notable importancia para garantizar una buena conexión y el correcto funcionamiento de los elementos verticales de la estructura

considerando su resistencia. Determinando, en el plano la rigidez del diagrama siendo el más óptimo y siempre teniendo en cuenta cada elemento vertical que sea el adecuado (Alva, 2016, p. 19).

Para la evaluación de este parámetro, Alva sugiere lo siguiente:

- A. Cuando no se cumple ninguna de las siguientes condiciones: hay desniveles, el porcentaje de abertura en el diafragma es mayor de 30% y la conexión entre el diafragma y los muros es deficiente.
- B. Cuando se cumple una de las condiciones de la clase A.
- C. Cuando se cumplen dos de las condiciones en la clase A.
- D. Cuando se cumple todas las condiciones en la clase A (2016, p. 19).

De tal forma, se ve en la figura ilustrativa (ver anexo 08).

Elementos no estructurales

Nos indica que los elementos no estructurales se considera que forma parte de la edificación considerando que se puede causar daño alguno en las personas, es decir los elementos no constituyen parte del sistema de soporte de la edificación, por lo que son aquellos componentes que pueden o no estar unidos a las partes estructurales (tabiques, ventanas, puertas, cerramientos, falsos techos, etc.), los sistemas importantes para el progreso de las funciones (redes eléctricas, hidráulicas, evacuación de residuales, sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado, etc.) y los contenidos del edificio (equipos médicos y de laboratorio, equipos de oficina y mobiliario, etc.). (Alva, 2016, p. 22).

Para la evaluación de este parámetro, Alva sostiene al respecto:

- A. Estructura con elementos no estructurales, de dimensión pequeña y de correcta conexión a la principal estructura.
- B. Estructura con elementos no estructurales, de dimensión pequeña y de mal conexión a la principal estructura.
- C. Estructura con demasiados elementos no estructurales de un peso que es relevante y de mala conexión a la estructura principal.
- D. Estructura con elementos no estructurales sin conexión o elementos montados en etapas posteriores a la construcción de la estructura, donde existe una unión deficiente de elementos estructurales a los muros (2016, p. 22).

De tal forma, se ve en las figuras ilustrativas algunos elementos no estructurales en las viviendas (ver anexo 09).

Posición del edificio y cimentación

Nos indica que se evaluara la interacción de la vivienda con la cimentación, se debe de tener en cuenta el tipo de suelo para conocer la capacidad y pendiente del suelo donde va a estar la edificación. (Alva, 2016, p. 18).

Para la evaluación de este parámetro, Alva señala al respecto:

A. Edificación cimentada sobre un lugar que tenga estabilidad en el terreno o roca que cuenta con una pendiente inferior al 10%, el cimientado está a la misma cota. En este punto no se encuentra empuje de tierra a causa de un terraplén.

B. Edificación cimentada sobre un lugar que tenga estabilidad en el terreno o roca que cuenta con una pendiente entre 10% y 30%, la diferencia de las cotas del cimientado no es mayor a 1 metro. En este punto no se encuentra empuje de tierra a causa de un terraplén.

C. Edificación cimentada sobre un lugar que tenga terreno blando o suelto que cuenta con una pendiente entre 10% y 30% o sobre terreno estable o roca con pendiente entre 30% y 50%. La diferencia de las cotas del cimientado no es mayor a 1 metro. Hay empuje de tierra a causa de un terraplén.

D. Edificación cimentada sobre un lugar que tenga terreno blando o suelto de pendiente > al 30% o terreno estable o roca de pendiente > al 50%. La diferencia de cotas del cimientado es mayor a 1 metro. Hay empuje de tierra a causa de un terraplén (2016, p. 18).

De acuerdo a lo mencionado, la posición del edificio y cimentación hace cualitativamente que intente evaluar la influencia del terreno y de la cimentación mediante un registro de manera directa, lo cual el análisis se define de la estabilidad y de la pendiente del terreno, a la probable divergencia entre las medidas de cimentación y la presencia de terraplenes. De tal forma, se ven en las figuras ilustrativas para cada indicador ya sea el parámetro A, B, C y D (ver anexo 10).

Resistencia convencional

La resistencia convencional se relaciona con los siguientes parámetros, con la cortante resistentes de los muros (VR) y la fuerza basal actuante (VA). Lo cual podemos determinar la resistencia convencional que se presenta en la vivienda.

$$F_s = \frac{VR}{VA}$$
$$VA = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times [P]$$
$$VR = Ax \times \delta$$

Donde:

Ax: Esfuerzo cortante de la mampostería (m2)

δ : Esfuerzo cortante del ladrillo (ton/m2)

Z: Factor de zona sísmica

U: Factor de Uso

C: Factor de amplificación sísmica

S: Factor del Suelo

R: Coeficiente de reducción sísmico

P: Peso de la vivienda multifamiliar

Según Alva: El parámetro F_s se dará mediante la siguiente evaluación

A. $F_s \geq 1.0$

B. $1.0 > F_s \geq 0.6$

C. $0.6 > F_s \geq 0.4$

D. $0.4 > F_s$ (2016, p. 17).

▪ Losas aligeradas

Para definir las losas aligeradas, Minor sostiene al respecto:

Las losas aligeradas es una parte de la estructura de una edificación, son aquellas que tienen bloques o bovedillas, también se puede aligerar la carga muerta y su propio peso que sea más liviano. Son eficientes ya que permite tener un mayor grosor sin aumentar el volumen, a la vez cumple una función de unir y repartir o transmitir las cargas de los muros vigas y columnas de construcción. (2014, p.11).

La losa aligerada se compone por elementos una torta inferior que va sobre la tabla de la formaleta, una vigueta y la bovedilla. En la figura 2 se detalla las partes de la losa.

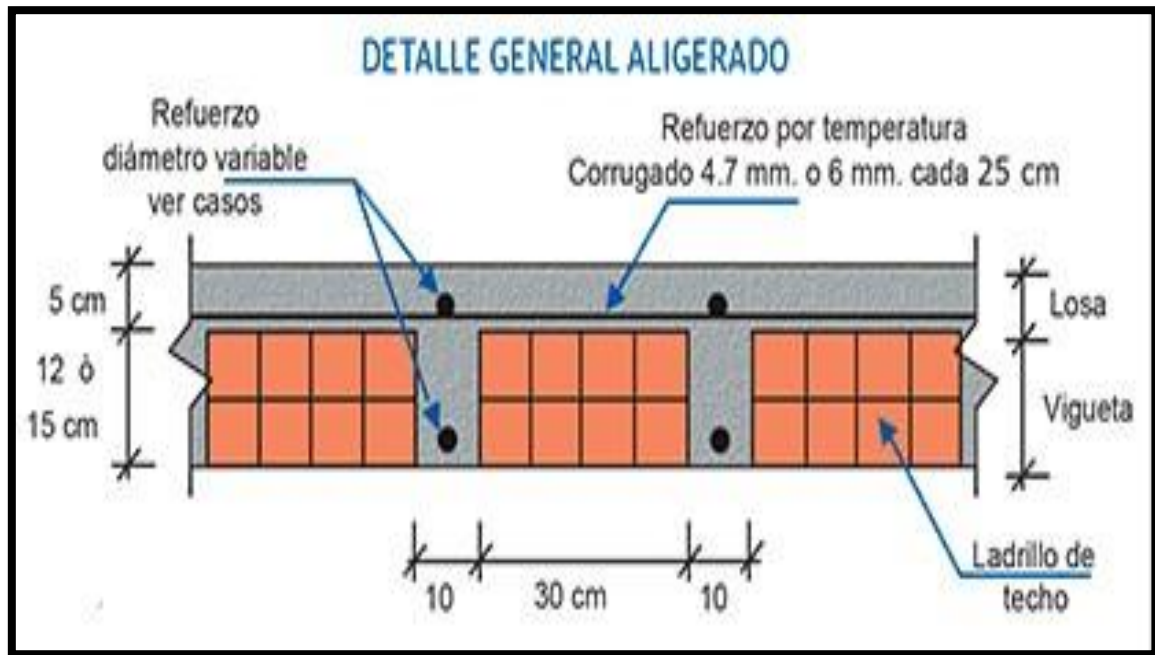


Figura 2. Detalle general de la losa aligerada

Pre - dimensionamiento

❖ Peralte mínimo y luz libre

El peralte mínimo y luz libre será tomado mediante el NTE. E.060 (2009) que definen los espesores mínimos lo cual se debe de tener en cuenta los siguientes criterios para eso se deben considerar el RNE. Los peraltes o espesores mínimos para no verificar deflexiones pueden utilizarse como referencia en elementos armados en una dirección que no soportan o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de dañarse por deflexiones excesivas del elemento estructural. Para el peralte mínimo, se da a conocer en la tabla 40 que se encuentra en el (anexo 12).

❖ Peralte efectivo

Según la norma E.060 (2009). El peralte efectivo de una losa aligerada es la distancia del centroide del refuerzo a tracción lo determinamos mediante el cálculo del espesor de la losa aligerada menos su recubrimiento y menos la mitad de su factor de reducción.

❖ Norma E. 020 cargas

Según NTE.020 (2009, p.200): “Nos indica que todos los elementos estructurales deberán resistir las cargas ya que todo elemento deberá ser diseñado para resistir la carga a la cual estará expuesta y será admitida”

a. Carga muerta

La carga muerta es todo elemento inerte y para la estructura de una edificación según NTE.020 (2009): “Se la edificación deberá soportar el peso de los materiales, [...]” (p.1.)

b. Carga viva

La carga muerta son los elementos móviles que se encuentran en la edificación con la cual será diseñada una edificación considerando a la vez a la carga muerta.

❖ **Norma E. 060 concreto armado**

Según la norma E.060 (2009) se considera lo siguiente:

- Evaluación y aceptación del concreto
- Mesclado de concreto
- Materiales
- Análisis y diseño
- Requisitos de resistencia y servicio

Metrados

❖ **Cargas**

“Consiste en las cargas vivas y muertas de una edificación donde consideramos que la carga muerta es el peso de los materiales y otros elementos que soporta la edificación, incluyendo pesos permanentes. En lo que respecta de la carga viva el peso de los ocupantes y elementos movedizos que pueda soportar la estructura.” (Agrada, 2016, p.2).

❖ **Norma E.070 Albañilería**

Según la norma E. 070 (2009). Se debe de tener en cuenta los siguientes puntos

- Las limitaciones en su aplicación
- La aceptación de la unidad
- El mortero
- Los muros portantes
- El muro a reforzar
- La densidad mínima de muros reforzados
- La albañilería confinada

Análisis estático no lineal Puschover

Para definir el método Puschover, Cárdenas sostiene al respecto:

El método pushover lineal trata sobre el desempeño, a la vez se da a conocer la respuesta no lineal de la estructura. Por otro lado, el método pushover nos da a conocer la comprobación de la capacidad de resistencia y la imperfección hasta llegar el daño de la estructura y también entender el mecanismo de falla para perfeccionar. (2016, p.11).

Para analizar el método Pushover – análisis no lineal se considera:

- Las Normativas del método pushover
- Determinación de la capacidad lateral de estructura
- Observación de degradación de resistencia de elementos estructurales
- Verificación de los niveles de desempeño
- Identificación de cada elemento estructural para ver cuál falla primero
- Identificar las regiones críticas las cuales se van a deformar en gran magnitud
- Identificar la discontinuidad de resistencia en planta o elevación

❖ Curvas de capacidad

La curva de capacidad se puede decir que durante el análisis no lineal se incrementa su cortante gradualmente. Para obtener una escritura objetiva de esfuerzos sísmicos, se utiliza una colocación de las fuerzas sísmicas equivalentes, por lo que es elemental considerar la distribución ya que es muy sencilla. Asimismo, detallamos que cuando se trata de desplazamientos establecemos como se van incrementando gradualmente, comúnmente cuando se utiliza los desplazamientos se utilizan modos explicativos de vibración. (Bolaños, 2015, p.10).

La curva de capacidad en si es una gráfica donde se relaciona mediante la fuerza cortante basal y el desplazamiento. A la vez, es colectivamente edificada para constituir la respuesta de la primera forma basándose en la teoría donde realmente prevalece la respuesta. Para ello, se debe conocer a detalle la configuración de la estructura y las dimensiones de cada uno de los elementos estructurales.

❖ Espectro de demanda

Es el espectro de respuesta que consiste en la amenaza equivalente de modo que cada desplazamiento espectral se relacione con las aceleraciones espectrales a la vez este asociado con el periodo de la estructura con una probabilidad de disponibilidad de tiempo. Se puede

decir también que el espectro de demanda es la base donde se manifiestan juntamente los espectros tradicionales de aceleración y desplazamiento. (Bolaños, 2015, p.13).

De acuerdo a lo mencionado, se menciona que el espectro es una curva representada por una gráfica de la aceleración máxima de respuesta y desplazamiento máximo, estableciéndose el periodo y el nivel de disminución proporcionado.

❖ **Deriva de entrepiso**

La deriva del entrepiso es el desplazamiento horizontal respectivo debido a las fuerzas horizontales que se aplican para simular el efecto del sismo sobre una edificación. Por tanto, se puede decir que el desplazamiento total de un determinado piso su deriva es la diferencia de 02 elevaciones consecuentes de una estructura divididos por la altura del entrepiso. (Bolaños, 2015, p.13).

❖ **Norma E.030**

La norma E.030 nos indica 4 tipos de zona en la cual indicara la sismicidad y movimientos sísmicos. Por tanto, en nuestra investigación se realizará en la zona 4 ya que se encuentra en la zona costera. Según la figura 47 y la tabla 33 que están descriptos al finalizar la tesis (ver anexo 11).

“En la tabla 34 se da a conocer los factores del suelo y en la tabla 35 el perfil del suelo” (NTE-0.30, 2018, p.12). Por lo tanto, en la investigación se tomará un perfil de tipo S2 según el informe técnico de Malqui (2016). Ya que, ha tomado la consideración que el distrito de san Martín de Porres está compuesto por suelos blandos. A la vez se consta y valida según la norma E.30. Por lo consiguiente, se aprecia en la tabla 34 y en la tabla 35 se determina el perfil del suelo que es $T_p(s) = 0.6$ es dado una vez que se determina el factor de suelo (ver anexo 11).

Para determinar el periodo se debe de tener en cuenta los tipos de sitio, para ello ya se ha definido las características de sitio, por lo consiguiente se da a conocer las fórmulas.

$$C = 2.5 ; C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) ; C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p * T_l}{T^2}\right)$$

Problema general

- ¿De qué manera el peralte mínimo de la losa aligerada influye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres Lima - 2018?

Problemas específicos

- ✓ ¿De qué manera los aspectos geométricos influye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martin de Porres, Lima - 2018?
- ✓ ¿De qué manera los aspectos constructivos influye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martin de Porres, Lima - 2018?
- ✓ ¿De qué manera los aspectos estructurales influye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martin de Porres, Lima - 2018?

Justificación del estudio

Justificación teórica

En el proyecto de investigación se calculará el peralte mínimo de una losa aligerada de la vivienda multifamiliar ubicado en la URB. PRO MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, distrito de SMP, Lima - 2018, para determinar si cumple la norma E.030 y de esta manera verificar si está en condiciones para emplear el diseño de la losa aligerada. A la vez, analizar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda multifamiliar con el método del índice de la vulnerabilidad que conforman con 11 parámetros. Asimismo, ver el método del análisis no lineal para conformar la presente investigación.

Justificación práctica

El presente proyecto trata de dar una investigación confidencial, que el método de análisis estático no lineal (Pushover) permite evaluar la respuesta no lineal (Fuerza – Deformación) de una determinada estructura mediante la curva de capacidad, lo que esto es de gran importancia para los estudiantes de ingeniería civil y profesionales en el mundo de la construcción civil. Además, se debe describir y manifestar el estado actual de la vivienda, explicando los estudios recopilados y obteniendo el índice de vulnerabilidad sísmica que se pueda presentar en ella. A la vez, hay que conocer todas las condiciones de seguridad de la estructura propiamente dicha, lo que este permitirá informar y capacitar a los habitantes sobre las construcciones de sus viviendas.

Justificación económica

La razón de optar por calcular un peralte mínimo de una losa aligerada de una vivienda multifamiliar se basa también en el aspecto económico ya que al tener un peralte mínimo en la losa aligerada se pueden disminuir las longitudes de las cimentaciones u otros elementos estructurales. Por tanto, esto me permite reducir los costos.

Justificación social

Considerando el aumento poblacional y sobre todo la gran necesidad de obtener nuevas viviendas, junto a los bajos recursos económicos que se presentan hoy en día, muchos de los ciudadanos optan por realizar construcciones por sus propios medios. Es por ello, que se pretende realizar la disminución de los entrepisos de las losas aligeradas con la finalidad de reducir costos considerando un buen análisis sismo resistente, ya que la losa aligerada se considera muy ligero y económico, sobre todo ayuda a reducir efecto de fuerzas causados por los sismos.

Hipótesis general

- El peralte mínimo obtenido de la losa aligerada presenta una alta vulnerabilidad sísmica en una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martin de Porres, Lima - 2018.

Hipótesis específicas

- ✓ Los aspectos geométricos presenta una alta vulnerabilidad sísmica en la vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martin de Porres, Lima – 2018
- ✓ Los aspectos constructivos presenta una alta vulnerabilidad sísmica en la vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, distrito de SMP, Lima - 2018
- ✓ Los aspectos estructurales presenta una alta vulnerabilidad sísmica en una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martin de Porres, Lima - 2018

Objetivos generales

- ✓ Determinar el peralte mínimo de la losa aligerada para analizar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martin de Porres, Lima - 2018

Objetivos específicos

- ✓ Determinar los aspectos geométricos para analizar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martin de Porres, Lima - 2018
- ✓ Determinar los aspectos constructivos para analizar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martin de Porres, Lima - 2018
- ✓ Determinar los aspectos estructurales para analizar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martin de Porres, Lima – 2018

II. METODO

Baena (2014) nos dice que: “El método científico consiste en hallar respuestas a preguntas mediante la función de procesos científicos. Dando a conocer, un procedimiento seguido para lograr conocimiento científico. Sin embargo, el aspecto fundamental del método científico es que aporta una metodología y un camino dando objetividad a la investigación” (p. 6).

Nuestra investigación, se basa en el método científico ya que consta en diferenciar la ciencia de otros conocimientos ya efectuados.

2.1. Tipo y diseño de investigación

Enfoque

Baptista, Hernández, Fernández (2014) menciona que: “El método del enfoque cuantitativo trata de positivismo y nos dice que la realidad es una sola y es preciso descubrir y conocer. Por tanto, debe ser probado y acepta fundamentos prácticos para que de esta manera sean exactas las ciencias. Sin embargo, considera tres puntos importantes primero recoger fichas mediante evaluaciones para la hipótesis, segundo examina fichas numerales en técnicas de su transición y tercero la propiedad del estudio implica confrontar conjuntos” (p. 4).

Mi enfoque en la investigación, es cuantitativo ya que plantea una metodología única sobre todo me permite observar, medir y manipular las variables. También, depende de sus propias tendencias y debe ser neutral.

Tipo de investigación

Baena (2014) menciona que: “La investigación aplicada emplea dos conocimientos los cuales es el proceso de investigación inicial y de maduración esto los convierte en instrucciones prácticas para solucionar complicaciones y transformar dichos saberes en tecnologías. Por lo consiguiente, las fases de la investigación aplicada es planeación, ejecución y comunicación de resultados” (p.11).

De acuerdo a lo indicado, estimo que el tipo de investigación es aplicada ya que propone el conocimiento puro en conocimiento útil tratando de mejorar el producto competitivo.

Nivel de investigación

Hernández (2012) menciona que: “El nivel de investigación explicativo considera varias características. Primero, tiene relación causal, busca las causas del problema, se analiza causa – efecto de la relación entre las variables y verificar el fundamento de hipótesis” (p.84).

De acuerdo a lo indicado, estimo que el nivel de investigación es explicativo ya que establece diferentes causas de un fenómeno orientados a ser precisos el por qué y el cómo de un fenómeno determinado. Como en nuestro caso, por qué el peralte mínimo de la losa aligerada influye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar.

2.2. Operacionalización de la variable

Tabla 1. Operación de variables

	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable Dependiente	Según Ramos (2014): La vulnerabilidad sísmica se puede comprender como categoría intrínseca de un elemento estructural a sufrir daño debido a un evento sísmico. Es decir, es una predisposición intrínseca a sufrir daño ante a la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructural de diseño (p.11).	Se elaborará una ficha de reporte de la vivienda multifamiliar obediéndonos a la metodología del índice de vulnerabilidad sísmica, lo cual dependerá directamente de los aspectos geométricos, constructivos y estructurales de dicha vivienda en una zona de estudio propiamente determinado	Aspectos Geométricos	Configuración en planta	VALORIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS
vulnerabilidad sísmica				Separación máxima entre muros	
				Configuración en elevación	
			Aspectos Constructivos	Calidad del sistema resistente	
				Estado de conservación	
			Aspectos estructurales	Organización del sistema resistente	
				Diaframas horizontales	
				Elementos no estructurales	
Posición del edificio y cimentación					
Resistencia Convencional					
Variable Independiente	Según el reglamento nacional de edificaciones (RNE) el peralte mínimo de una losa aligerada "Para no verificar deflexiones se tiene que cumplir un peralte mínimo de $h \geq l_n/25$ siempre cuando cuente con sobrecargas menores a 300 kg/m ² y luces menores de 7.5 cm".	Se determinara un peralte mínimo de una losa aligerada en una vivienda multifamiliar con el fin de verificar el análisis de la estructura si la dimensión establecida para los elementos adecuada o tendrá que variarse para garantizar la estabilidad de la estructura	Pre - dimensionamiento	Peralte mínimo	ETABS 2017
Peralte mínimo de la losa aligerada				Diseño a flexión	
				Verificación por corte	
			Análisis estático no lineal Pushover	Espectro de demanda	
Curva de capacidad					
Deriva de entrepiso					

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es todas las viviendas multifamiliares del distrito de san Martín de Porres que presenten en sus entresijos el peralte mínimo de su diseño y su construcción.

Muestra

El tipo de muestra es no probabilística o dirigida, generando así la propuesta de una vivienda multifamiliar (01) a diseñar, por lo tanto, el tipo de muestreo es de selección por conveniencia, ya que, esta puede cooperar la colectividad de las tipologías de todo proyecto de una vivienda multifamiliar.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de datos

Validez

La validez es el valor de un instrumento que mide la variable la cual busca medir. Por lo tanto, en la investigación para ser el análisis de vulnerabilidad sísmica se optará por el método Índice de vulnerabilidad de Benedetti & Petrini donde nos detalla mediante unas tablas la escala numérica y global. Asimismo, se debe hacer el método del análisis estático no lineal (Pushover) donde lo realizamos en un programa especializado llamado *ETABS 2017* donde dicho programa es el instrumento donde vamos a ver la capacidad resistente donde pueda soportar toda la estructura de la vivienda multifamiliar, especialmente las losas aligeradas. A la vez se evaluará, mediante expertos de acuerdo como lo observamos en las siguientes tablas.

Tabla 2. Rangos y Magnitudes de validez

<i>Rangos</i>	<i>Magnitud</i>
<i>0.81 a 1.00</i>	<i>Muy alta</i>
<i>0.61 a 0.80</i>	<i>Alta</i>
<i>0.41 a 0.60</i>	<i>Moderada</i>
<i>0.21 a 0.40</i>	<i>Baja</i>
<i>0.01 a 0.20</i>	<i>Muy Baja</i>

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002, p. 12.

Tabla 3. *Coefficiente de validez por juicios de expertos*

Validez	Ing. Pinto Barrantes Raúl	Ing. Santos Padilla Pichen	Ing. Luis Gutiérrez	Promedio
Ficha de Datos	0.80	0.82	0.78	0.80
Ficha de Observación	0.78	0.82	0.80	0.80
Índice de validez			0.80	

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo expuesto, las dos fichas presentan un índice de rango **alta**

Confiabilidad

En la confiabilidad hay diferentes formas de asegurar un instrumento ya que es la medida de estabilidad de procesos y formas para la confiabilidad de un instrumento. Por lo tanto, en el proyecto de investigación es necesario hacer una buena digitación de los parámetros convenientes para el modelamiento de la losa aligerada es decir introducir correctamente los datos obtenidos. Además, será evaluado y analizado por los expertos.

2.5. Método de análisis de datos

Consiste en la determinación del nivel de vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar para una determinada zona de estudio, teniendo en cuenta el análisis del peralte mínimo de losa aligerada, lo cual se ha dividido en 5 fases:

1er: Desarrollar el Metodología del Índice de vulnerabilidad sísmica adecuando a las Normas técnicas peruanas y sus condiciones locales.

2do: Determinar el Metodología del Índice de vulnerabilidad en toda la vivienda multifamiliar que conforman la muestra de la zona de estudio.

3er: Mostrar los resultados de la evaluación, con la ficha de reporte, mediante cálculos, tablas y gráficos realizados en Microsoft Excel 2016 que permita una mejor observación y análisis al contrastar los resultados del índice de vulnerabilidad de toda la vivienda multifamiliar, una vez ya pre dimensionado adecuadamente el peralte mínimo de la losa aligerada.

4to: Verificar si cumple el peralte mínimo de losa aligerada para esta vivienda multifamiliar que pueda tener una vulnerabilidad sísmica. A la vez, se realizara en la losa aligerada un análisis para verificar por corte de acuerdo a la norma E.060.

5to: Primero, presentar las recomendaciones y conclusiones como constancia para otras posibles investigaciones cerca de la zona, alrededor del distrito o de la ciudad. Después, brindar a todos los propietarios los resultados obtenidos de la vivienda multifamiliar propiamente dicha para considerarla su evaluación en el futuro. Finalmente, corroborar los resultados de la vulnerabilidad sísmica en la zona de estudio, con el método de análisis estático no lineal (método de Pushover) como muestra, cuya vulnerabilidad sísmica haya establecido como alta, mediante la herramienta del software ETABS 2017.

Para relacionar las dimensiones de la vivienda multifamiliar con el método índice de vulnerabilidad sísmica, se deberá tomar en cuenta las siguientes programaciones:

1. Realizar fichas de datos y observación en hojas de Microsoft Excel 2016, donde las informaciones recopiladas en el campo hayan sido aplicadas al propietario de la vivienda multifamiliar y estos sirvieron para tener la relación entre las dimensiones del peralte mínimo de losa aligerada y el análisis de vulnerabilidad sísmica en la zona de estudio de manera eficaz.
2. Realizar la organización en el pase de datos para cada uno de los puntos de las dimensiones, por lo que han sido evaluadas mediante los dos instrumentos y se halla en porcentaje la valorización de cada uno.
3. Elaborar de manera cuantitativa tablas de frecuencias y/o gráficos circulares con la finalidad de resumir todas las informaciones obtenidas y resumidas en la data general del presente estudio.
4. Proponer recomendaciones para cada indicador, tomando en cuenta las normas mencionadas en el punto de teorías relacionadas al tema, dicha anteriormente, para el desarrollo de la tesis. Los softwares más usados en mi proyecto de investigación

son: Microsoft Excel 2016, Microsoft Word 2016, Microsoft Power Point 2016, AutoCAD 2016, y ETABS 2017.

2.6. Aspectos éticos

Todos los datos han sido recogido y facilitados gracias al dueño de la edificación ya que me facilito los planos. Sin embargo, el compromiso de realizar la investigación con veracidad; respetando las propiedades intelectuales de otros autores; teniendo la responsabilidad social y ética del investigador.

Es por ello que esta investigación pasará por un programa que es el TURNITIN para verificar si el contenido de dicha tesis sea plagio o se haya citado las aportaciones de manera incorrecta.

Respeto

El respeto es la capacidad de una persona de dar su opinión o realizar una acción. Por lo tanto, si se trata en lo académico investigativo considero que el respeto es respetar las fuentes de información de otros autores.

Honestidad

La mejor forma de ser honestos con los autores es citar todas las informaciones adecuadamente y referenciarlos. Sobre todo, poner fuentes confiables y propias en la investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de la estructura

La vivienda multifamiliar la que se va a analizar está ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, distrito de Lima.

El sistema estructural al que pertenece la vivienda multifamiliar es de albañilería confinada de 5 niveles.

Los muros portantes serán de ladrillo K.K donde fueron fabricados según las normas ITINTEC 331.017 y las losas aligeradas son de una dirección de ladrillo de arcilla 0.30m x 0.30m x 0.20m.

La vivienda multifamiliar en si es una edificación nueva la que se pretende evaluar y más que nada se procura observar las condiciones del proceso constructivo si han sido eficaz en su realización. A la vez, tiene un área de 189.6 m², en la cual el primer piso dispone de un ambiente de almacenamiento, los siguientes pisos tendrá un ingreso independiente en la cual contiene una escalera que conecta todo los pisos. Los pisos superiores son departamentos amplios donde se considera la iluminación necesaria.



Figura 3. Vivienda multifamiliar

3.2. Análisis de vulnerabilidad sísmica

Para realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica de la vivienda multifamiliar ubicado en el distrito de San Martín de Porres de la ciudad de Lima se dará a conocer por medio de la aplicación del método de Benedetti & Petrini para encontrar el índice de vulnerabilidad de la vivienda multifamiliar.

Se debe tener en cuenta los valores de I_v que lo adquirimos mediante la Tabla 01 donde nos presenta los rangos de 0 a 337.5, determinando las condiciones que se encuentra la vivienda multifamiliar. A la vez, se debe saber que el último valor se corre el riesgo de que la estructura sufra daño ante un evento sísmico.

Sin embargo, los rangos de la vulnerabilidad lo presentamos en la Tabla 19 en la cual lo observamos en el Anexo N° 01 donde nos detalla la interpretación numérica del I_v donde permite ver los posibles riesgos que pueda presentar la vivienda multifamiliar.

3.2.1. Organización del sistema resistente

Se evalúa su calidad del proceso constructivo, considerando los muros portantes que efectivamente este en uso correcto de acuerdo a la norma sismo resistente, la representación de columnetas de amarre en muros y parapetos que no induzcan algún incidente en el último piso. De tal forma, en la vivienda multifamiliar se encuentran con vigas soleras en la gran mayoría de los muros pero en otras partes de la estructura no presentan. Además, los ladrillos son de KK, esto demuestra que si se establece con el diseño para soportar cargas. Por lo tanto, este parámetro cualitativo se evalúo como **B**.

3.2.2. Calidad del sistema resistente

Se evalúa su calidad de los materiales ya sea ladrillos, concreto y acero, para ello necesitamos ser bastantes claros ya que en el mercado hay una gran variedad de materiales usados en la construcción. Sin embargo, en la construcción de la vivienda multifamiliar se observa el tipo de ladrillo que es de una buena calidad, asimismo los fierros corrugados que se ven en las columnas en el último piso es de una calidad excelente.

Este parámetro se calificó como **A** debido a que vivienda multifamiliar es nueva, a la vez se observa una buena calidad el mortero y la albañilería se ve en un buen estado esto permite hacer un buen comportamiento estructural.

3.2.3. Resistencia convencional

En este parámetro se calculará la relación entre los esfuerzos resistentes y los esfuerzos actuantes de la vivienda multifamiliar en cada uno de los sentidos del sismo tanto en X como en Y mediante la fórmula:

$$F_s = \frac{VR}{VA}$$
$$VR = Ax \times 30 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = 4800 \text{ ton}$$

Donde:

Ax = Área resistente en sentido del sismo $x = 160 \text{ m}^2$

*30 ton / m^2 : Es el esfuerzo cortante del ladrillo

El esfuerzo actuante VA se halló de la siguiente manera:

$$VA = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times [P]$$
$$VA = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{3} \times [609.97]$$
$$VA = 228.74 \text{ ton}$$

Donde:

$Z = 0.45$

$U = 1.0$

$C = 2.5$

$S = 1.05$

$R = 3.0$ sismo severo

$P = 609.97 \text{ Tn}$ según el metrado de la edificación

$$F_s = \frac{4800}{228.74} = 20.9$$

De acuerdo a los resultados obtenidos determinamos F_s que se encuentra en el rango de $F_s \geq 1.0$ por lo que el valor del parámetro será **A**.

3.2.4. Posición del edificio y cimentación

Para el análisis correspondiente de este parámetro consideramos el lugar donde se encuentra ubicado la vivienda multifamiliar, describimos el tipo de pendiente del terreno donde se ha construido.

La vivienda multifamiliar está edificada en un terreno homogéneo y en un suelo estable con una pendiente transversal lo que significa que el terreno es plano y sobre todo no se observa que este afectada con ningún terraplén lo que significa que este parámetro los calificamos como **A**.



Figura 4. Aplicación para parámetro posición del edificio y cimentación

3.2.5. Diafragmas horizontales

Para el análisis correspondiente de este parámetro consideramos la distancia de desniveles, su abertura del diafragma que sea menos al 30% y que sea eficaz entre la unión del muro y diafragma, entonces si esto se cumple lo determinamos como indicador A. Por tanto, según lo observado en campo determinamos que la vivienda multifamiliar no presenta una buena unión entre muros, lo cual lo calificamos como **D**.



Figura 5. Diagramas horizontales

3.2.6. Configuración en planta

Para el análisis correspondiente de este parámetro consideramos que el lado izquierdo de la vivienda multifamiliar esta de un mismo bloque y el lado derecho de la misma manera pero con una longitud menor

$$L \text{ izquierda} = 24.40 \text{ m } a = 4.9 \text{ m } b = 3.10 \text{ m } L \text{ derecho} = 23 \text{ m}$$

$$\frac{a}{L} = \frac{4.9}{24.40} = 0.2008$$

$$\frac{b}{L} = \frac{3.10}{23} = 0.1348$$

De acuerdo a los resultados obtenidos determinamos que a/L se encuentra en un rango de 0.4 lo cual lo evaluamos como (D) y b/L se encuentra en un rango de $0.1 < 0.1348 \leq 0.2$ lo cual lo evaluamos como (B). De esta manera, procedemos a elegir la calificación más baja, lo cual el parámetro más bajo es la **D**.

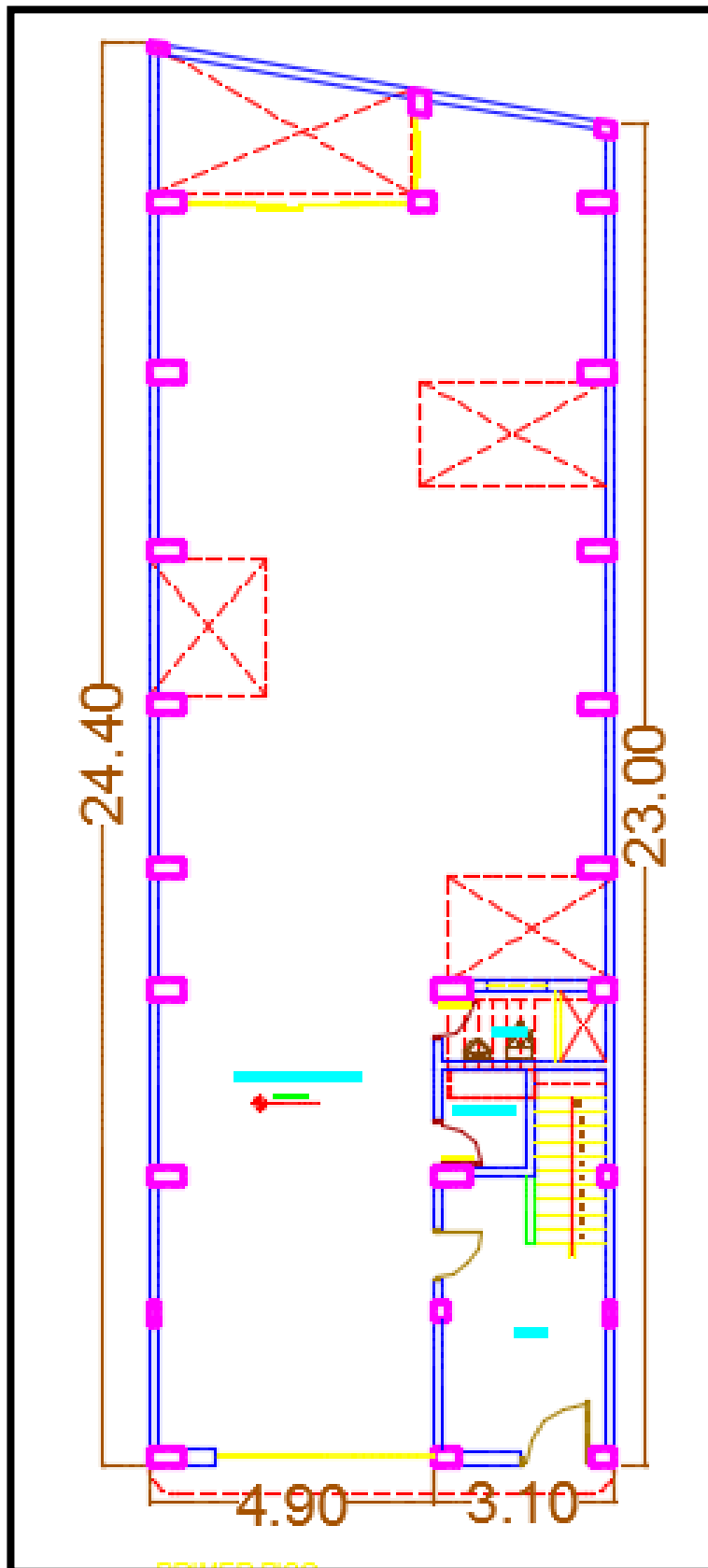


Figura 6. Aplicación para parámetro de configuración en planta

3.2.7. Configuración en elevación

Para el análisis correspondiente de este parámetro consideramos el peso de la vivienda multifamiliar donde lo relacionamos con las masas que se presenta en cada piso con la masa del nivel inferior, lo calculamos con la formula mostrada.

$$\pm \frac{\Delta M}{M} = + \frac{121.42 \text{ ton} - 125.181 \text{ tn}}{121.42 \text{ ton}} = -0.03 = -3.00 \%$$

De acuerdo a los resultados obtenidos determinamos que la relación de la masa se encuentra en un rango $-3.00\% < 10\%$ lo que nos indica este parámetro es que verdaderamente presenta una disminución de la masa y lo calificamos en el parámetro **A**.

3.2.8. Separación máxima entre muros

Para este parámetro lo relacionamos la separación máxima entre muros mediante su espesor de esta manera lo presentamos a continuación.

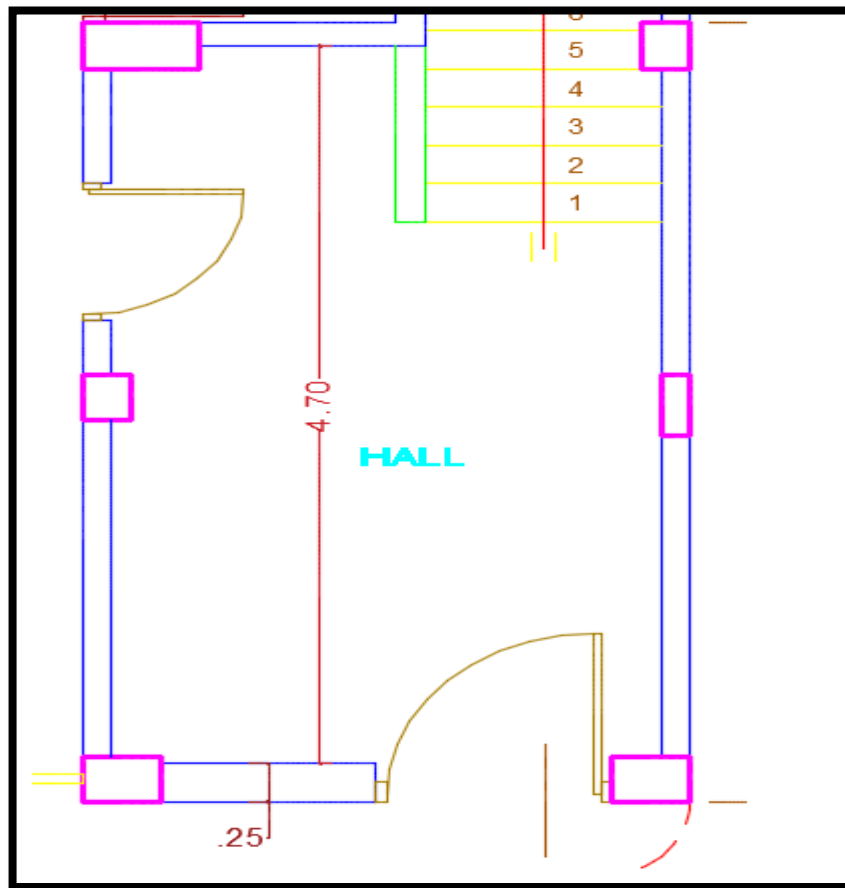


Figura 7. Aplicación para parámetro de separación máxima entre muros

$$L = 4.70 \text{ m}$$

$$S = 0.25$$

$$\frac{L}{S} = \frac{4.70}{0.25} = 18.8$$

De acuerdo al resultado obtenido determinamos que L / S se encuentra en un rango de 18 y 25 por lo que este parámetro lo calificamos como **C**.

3.2.9. Elementos no estructurales

Para este parámetro consideramos los elementos no estructurales todo aquello que no cumple ninguna función estructural los cuales son los muros no portantes entre otros. Según lo observado la vivienda multifamiliar presenta con una buena cantidad de elementos no estructurales que su peso es un poco relevante a la edificación. De esta manera, este parámetro lo calificamos como **B**.

3.2.10. Estado de conservación

Para análisis correspondiente de este parámetro determinamos en las condiciones en que se encuentra la edificación a la vez el aspecto de patologías que pueda presentar la vivienda multifamiliar. Por lo consiguiente, la vivienda multifamiliar es una edificación nueva por lo que no se encuentra en malas condiciones, por tal motivo este parámetro lo calificamos como **A**.



Figura 8. Aplicación para parámetro de estado de conservación

3.3. Índice de vulnerabilidad Iv

Una vez ya realizado el análisis de la vivienda multifamiliar que fue la muestra de este proyecto de investigación, se procede a calcular con la siguiente formula el índice de vulnerabilidad de acuerdo a los cuadros correspondientes.

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} k_i * W_i$$

Tabla 4. Determinación del Iv

#	Parámetro	Ki				Wi	Iv= ki*Wi
		A	B	C	D		
1	Organización del Sistema resistente	0	5	20	45	1	5
2	Calidad del Sistema resistente	0	5	25	45	0.25	0
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	0
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	45
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	6.25
9	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	0
10	Estado de conservación	0	5	25	45	1	0
INDICE DE VULNERABILIDAD							78.75

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo, al resultado obtenido damos por determinado el índice de vulnerabilidad donde nos da como resultado 78.75, en la cual la tabla 5 de la escala global de vulnerabilidad da conocer los parámetros de los rangos para de esta manera poder interpretar Iv y el tipo de intervención.

Tabla 5. Determinación del valor Iv

Valor de índice de vulnerabilidad Iv	Interpretación del índice de vulnerabilidad Iv	Tipo de intervención
0 - 52.5	Baja vulnerabilidad	A largo plazo
52.5 – 125	Media vulnerabilidad - baja	A largo plazo
125 – 162.5	Media vulnerabilidad - alta	Necesaria
162.5 – 337.5	Alta vulnerabilidad	Urgente - Inmediato

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 5 nos indica que $Iv = 78.75$ está en el rango de 52.5 – 125, lo cual en su interpretación nos muestra una Media vulnerabilidad baja con la intervención a largo plazo. Por tanto, la vivienda multifamiliar presenta una vulnerabilidad baja con un porcentaje de 23.3 % lo que nos da conocer que la edificación está en buenas condiciones, que puede resistir ante un sismo severo.

Tabla 6. Resumen de Índice de Vulnerabilidad (Iv)

#	Parámetro	f (Iv)	%
1	Organización del Sistema resistente	5	6.35%
2	Calidad del Sistema resistente	0	0.00%
3	Resistencia convencional	0	0.00%
4	Posición del edificio y cimentación	0	0.00%
5	Diafragmas horizontales	45	57.14%
6	Configuración en planta	22.5	28.57%
7	Configuración en elevación	0	0.00%
8	Separación máxima entre muros	6.25	7.94%
9	Elementos no estructurales	0	0.00%
10	Estado de conservación	0	0.00%
TOTAL		78.75	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se afirma que el 6.35% de la Organización del Sistema resistente, el 57.14% de la Diafragmas horizontales, el 28.57% de la Configuración en planta y el 7.94% de la Separación máxima entre muros de la vivienda multifamiliar de la Calle Santa María Reyna - San Martín de Porres de Lima tienen una baja vulnerabilidad, donde son necesarios para una intervención a largo plazo.

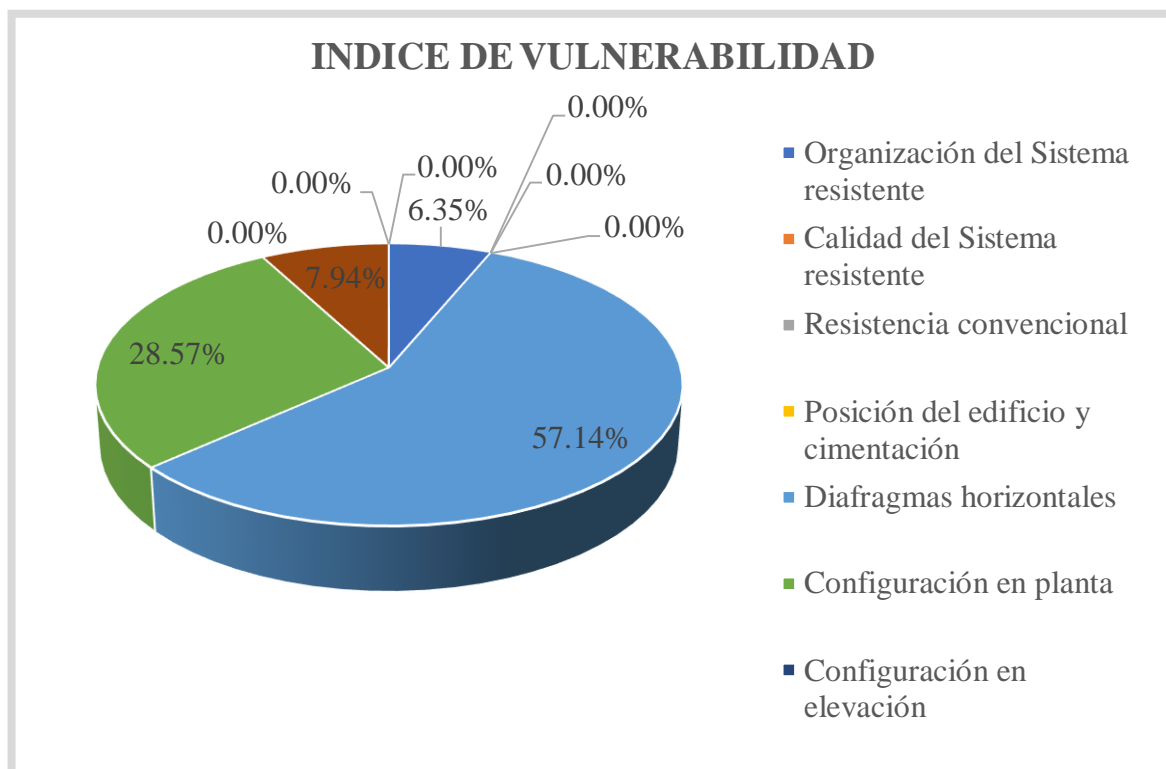


Figura 9. Índice de vulnerabilidad sísmica de la zona de estudio

3.4. Estructuración

3.4.1. Losas aligeradas

Las losas aligeradas de la edificación se va calcular mediante ministerio de vivienda, construcción y saneamiento con el único objetivo de analizar con un peralte mínimo adecuado.

3.4.1.1. Pre dimensionamiento

Peralte Mínimo y luz libre

De acuerdo a la norma E.060 (2009) se calcula el peralte mínimo para no verificar deflexiones. Según lo mencionado anteriormente que los elementos armados en una dirección que no soporten o estén ligados a elementos no estructurales son susceptibles de dañarse por deflexiones excsicas del elemnto estructural. Pero estos límetes pueden obviarse

si se calculan las deflexiones y demuestran que es posible utilizar un espesor menor sin provocar efectos diversos. De acuerdo al criterio del reglamento nacional de edificaciones se considera lo siguiente:

$$H = \frac{L_n}{25}$$

Donde:

L_n : Luz mayor de la losa aligerada

H: Peralte minimo

De acuerdo el plano de estructuras la luz mayor de la losa aligerada es:

$L_n = 5.10$ m

Una vez de saber la luz mayor se procedera a determinar el peralte minimo.

$$H = \frac{5.10}{25} = 0.20 \text{ m}$$

Según el cálculo el peralte minimo es 0.20 m. Lo que llegamos a la conclusión de que efectivamente la vivienda multifamiliar esta trabajando con un peralte mínimo. A continuación, se observa en la figura 9 la losa aligerada según el plano.

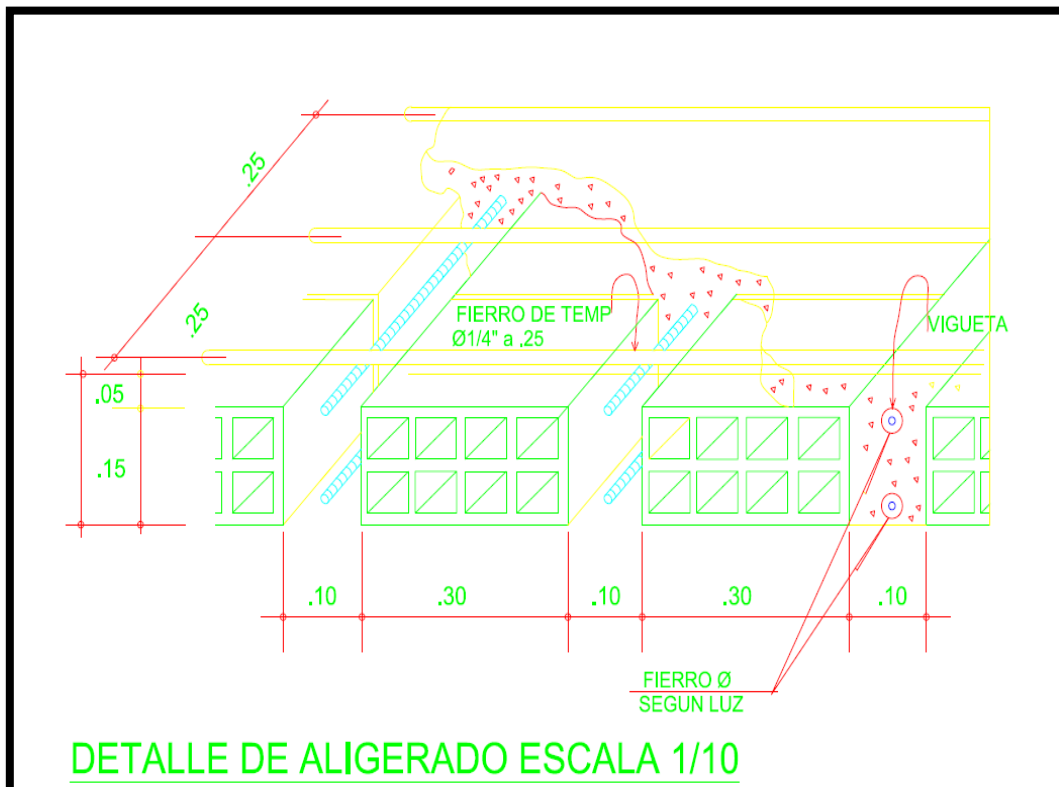
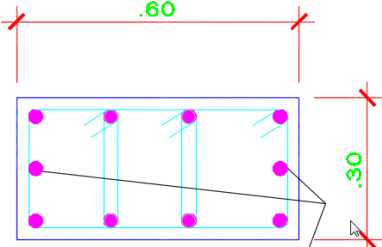
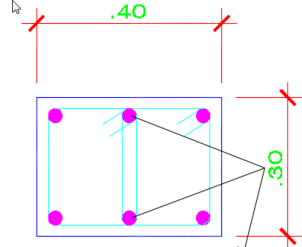
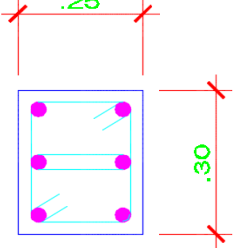
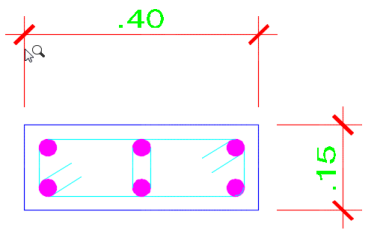
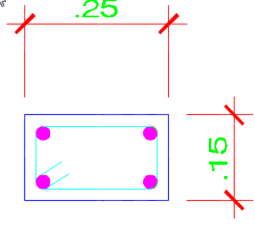
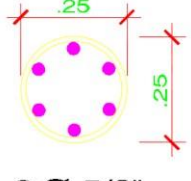


Figura 10. Losa aligerada

3.4.2. Columnas

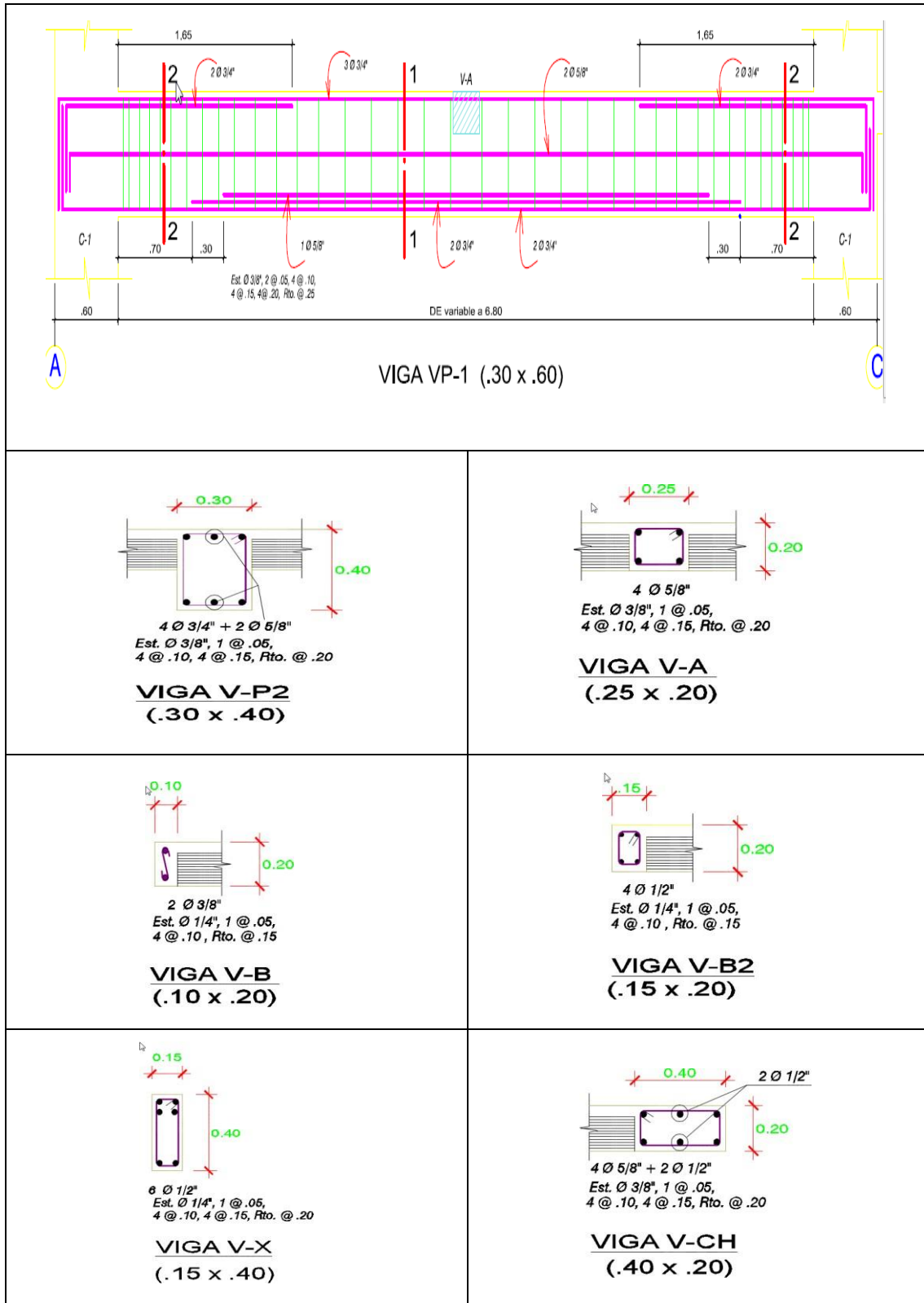
Tabla 6. Columnas

 <p> $8 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4'' + 2 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$ $3 \text{ } \square \text{ } \varnothing 3/8'' \text{ } 1@.05, 4 @.10,$ $4@.15, 4 @.20, \text{R. } @.25$ </p> <p>COLUMNA C-1</p>	 <p> $4 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4'' + 2 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$ $\square \text{ } \varnothing 3/8'' \text{ } 1@.05, 4 @.10,$ $4@.15, 4 @.20, \text{R. } @.25$ </p> <p>COLUMNA C-2</p>
 <p> $6 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$ $\square \text{ } \varnothing 3/8'' \text{ } 1@.05, 4 @.10,$ $4@.15, 4 @.20, \text{R. } @.25$ </p> <p>COLUMNA C-3</p>	 <p> $6 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$ $\square \text{ } \varnothing 3/8'' \text{ } 1@.05, 4 @.10,$ $4@.15, 4 @.20, \text{R. } @.25$ </p> <p>COLUMNA C-4</p>
 <p> $4 \text{ } \varnothing \text{ } 3/8''$ $\square \text{ } \varnothing 1/4'' \text{ } 1@.05, 4 @.10, \text{R. } @.20$ </p> <p>COLUMNA C-5</p>	 <p> $6 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$ $\square \text{ } \varnothing 3/8'' \text{ } 1@.05, 5 @.10, \text{R. } @.20$ </p> <p>COLUMNA C-6 SOLO EN SEGUNDO PISO</p>

Fuente: Planos de la vivienda multifamiliar

3.4.3. Vigas

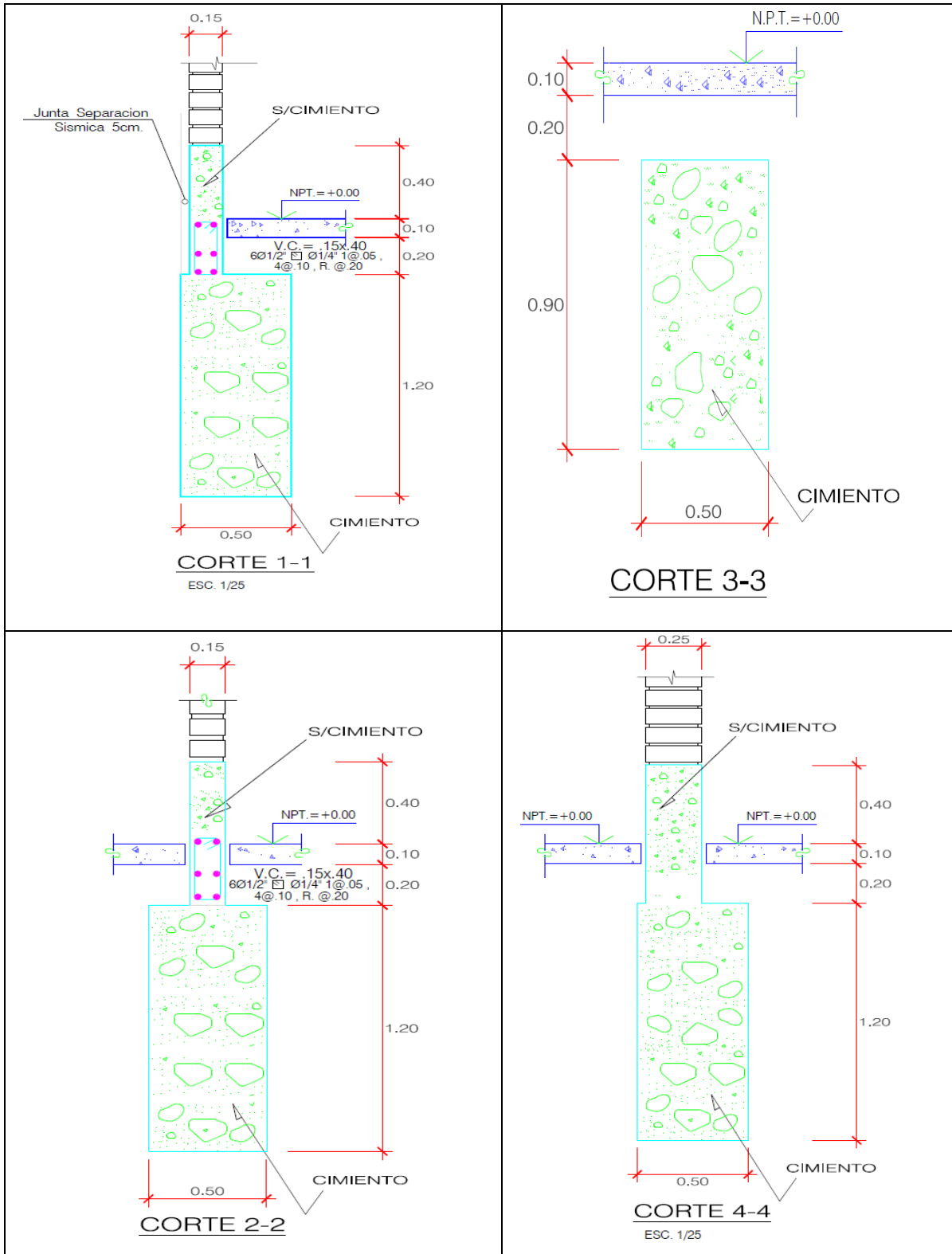
Tabla 7. Vigas

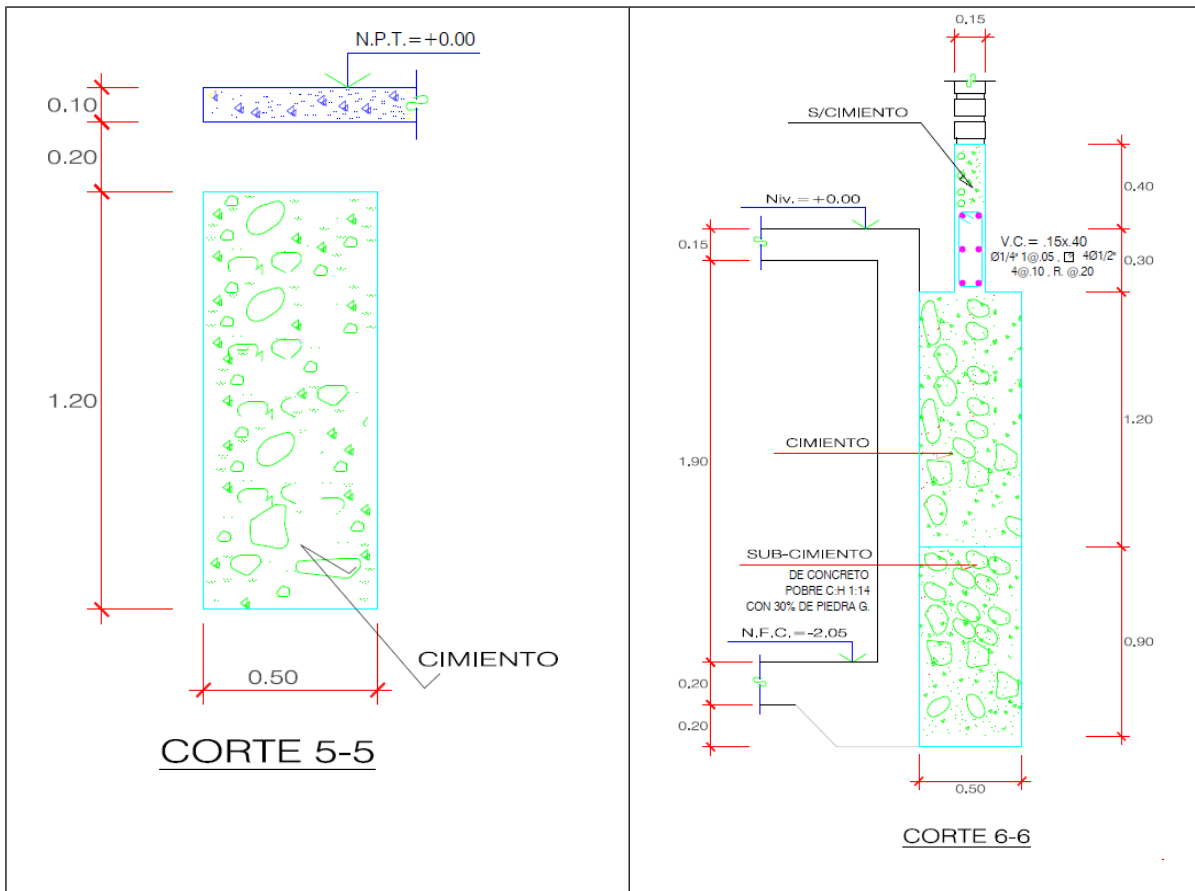


Fuente: Planos de la vivienda multifamiliar

3.4.4. Cimentación

Tabla 8. Cimentación





Fuente: Planos de la vivienda multifamiliar

3.5. Características de los materiales

Las características de los materiales lo adquirimos de los planos de la vivienda multifamiliar que lo ubicamos en la parte de las especificaciones técnicas.

Especificaciones técnicas del concreto

- Concreto armado

Cimiento corrido, columnas y vigas $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$

Zapatas $F'C = 175 \text{ kg/cm}^2$

- Módulo de elasticidad

$$E = 15000 \times \sqrt{F'C} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Cimiento corrido, columnas y vigas $E = 15000 \times \sqrt{210} = 217370.6512 \text{ kg/cm}^2$

Zapatas $E = 15000 \times \sqrt{175} = 198431.3483 \text{ kg/cm}^2$

- Peso específico

$$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$$

- Recubrimientos

Columnas	=	4.00 cm
Vigas Peraltadas	=	4.00 cm
Vigas chatas y losas	=	2.00 cm
Aligerados	=	2.00 cm
Zapata	=	7.50 cm

3.6. Metrado de cargas

El metrado de cargas lo obtenemos mediante el plano de la vivienda considerando NTP E.020 para cargas vivas y cargas muertas. Los metrados lo observamos en el anexo N° 13.

3.7. Modelamiento y Análisis

Realizamos el modelamiento y análisis para verificar que si la vivienda multifamiliar cumple con los estándares reglamentarios de la norma E.030. Para ello, el análisis lo realizamos en el programa ETABS 17, en cual consideramos las condiciones del suelo, las características de la estructura y las condiciones de uso. Para ello, consideramos los parámetros sísmicos de la norma E.030.

De acuerdo a los planos y la ubicación de la vivienda multifamiliar y conforme a los estudios obtenidos del informe técnico de Malqui determinamos lo parámetros sísmicos. De acuerdo, a lo especificado se concibió a la vivienda multifamiliar que resista a todas las cargas que estara sometida. Debido a ello, se presentara el modelo computacional mediante el ETABS 2017.

El comportamiento de la edificación se determina mediante la generación de modelos matemáticos que consideren la contribución de los elementos estructurales tales como vigas y columnas en la determinación de la rigidez lateral de cada nivel de la estructura. Las fuerzas de los sismos son del tipo inercial y proporcional a su peso, por lo que es necesario precisar la cantidad y distribución de las masas en la estructura.

La estructura ha sido analizada con una losa de $h=20$ cm y $h=25$ cm para verificar cuanto influye en la vulnerabilidad. Los apoyos han sido considerados como empotrados al suelo. Las cargas verticales se evaluaron conforme a la Norma E-0.20. Los pesos de los elementos de concreto armado (viga, columnas, losa etc.) se estimaron considerando 2400 kg/m^3 . Y para el piso terminado la carga fue 120 kg/m^2 . El modelo estructural para evaluar el comportamiento de la edificación se presenta en las Figuras siguientes.

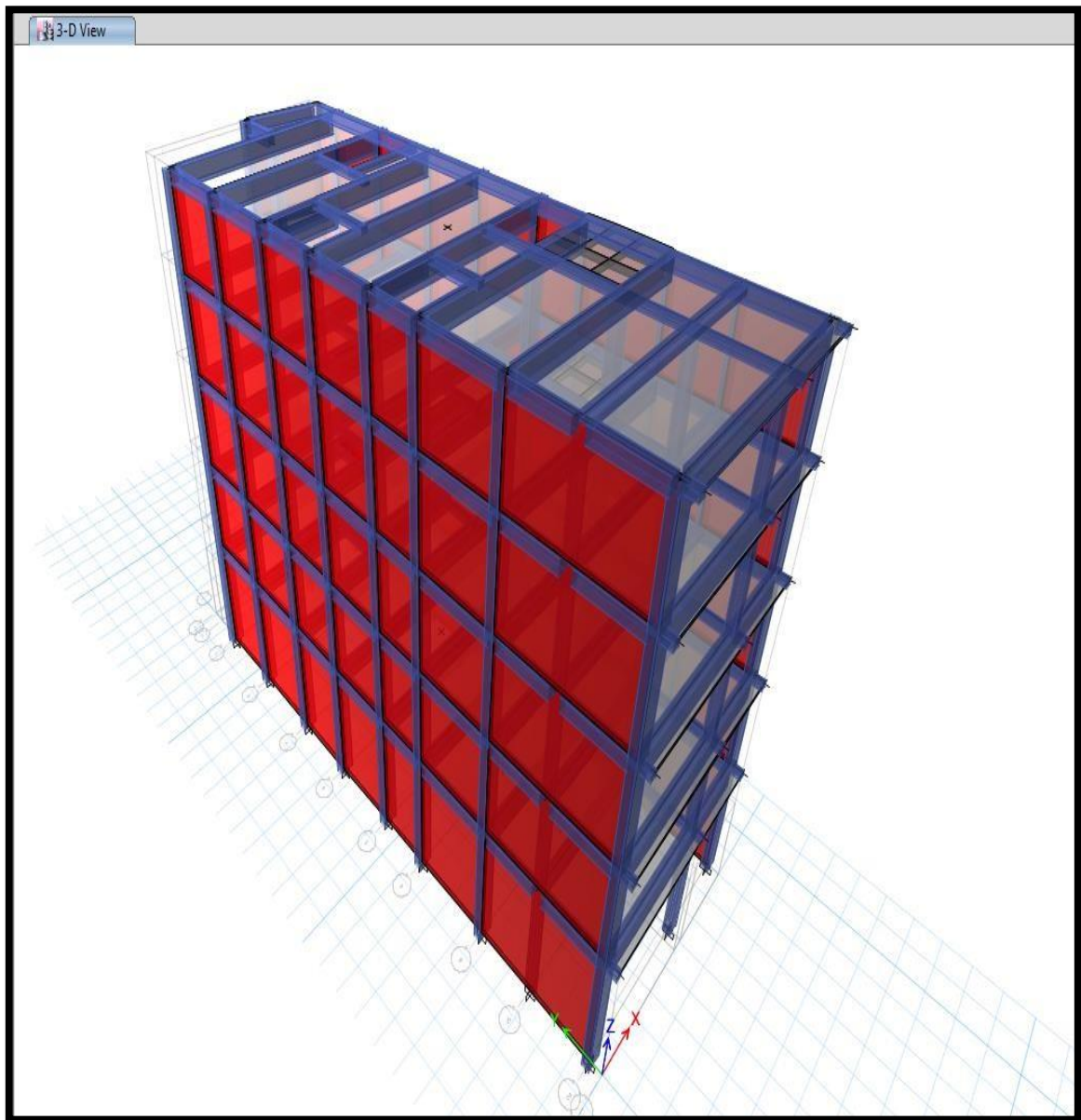


Figura 11. Modelo computacional ETABS 2017

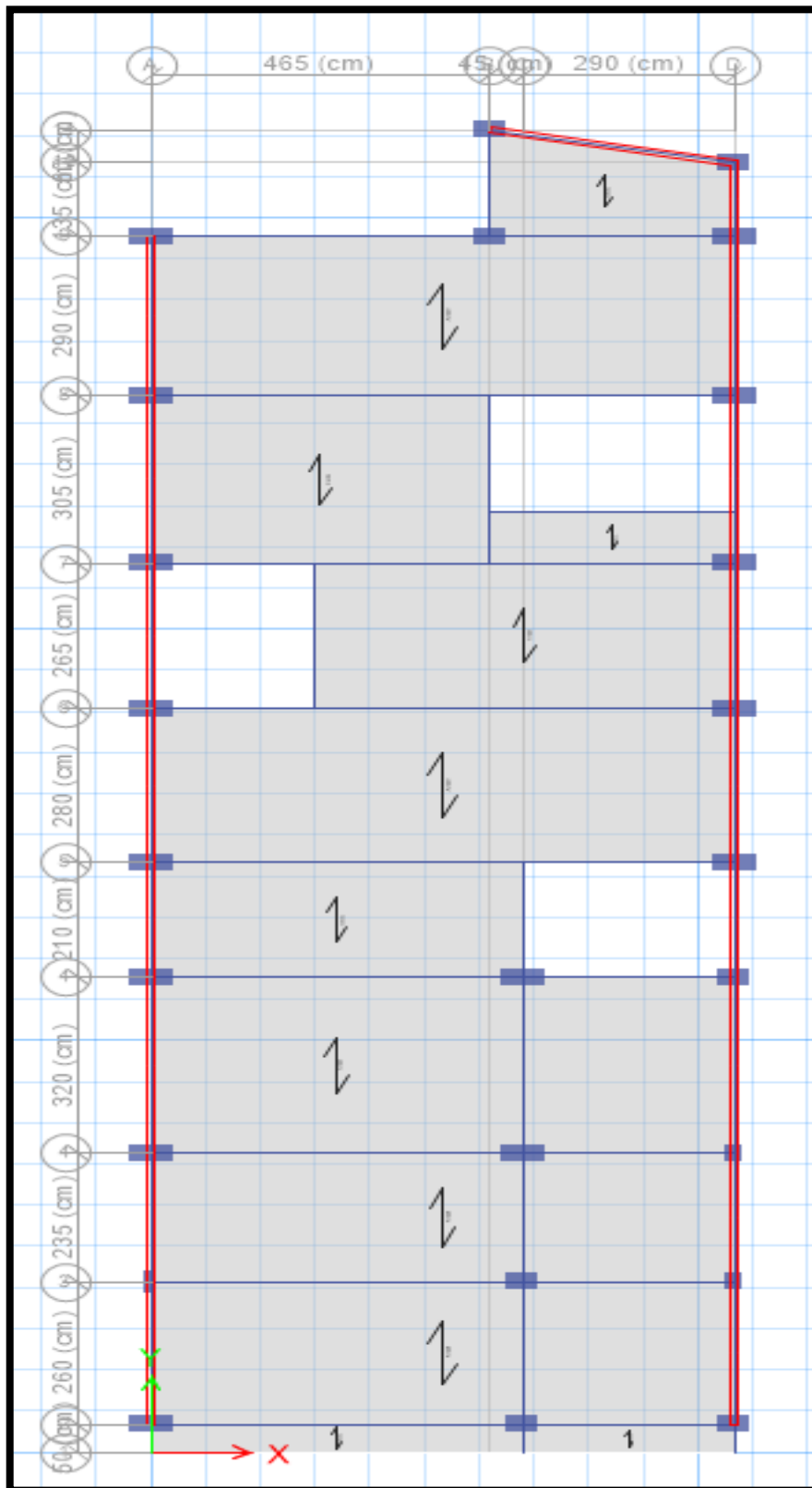


Figura 12. Vista en Planta

3.7.1. Analisis Modal de la estructural

Masas **de la estructura**: Según los lineamientos de la Norma de Diseño Sismo Resistente NTE E.030, que forma parte del RNE, y considerando las cargas mostradas anteriormente, se realizó el análisis modal de la estructura total. Para efectos de este análisis el peso de la estructura consideró el 100% de la carga muerta y únicamente el 25 % de la carga viva, por tratarse de una edificación común tipo C. Lo indicamos en la siguiente Figura 10:

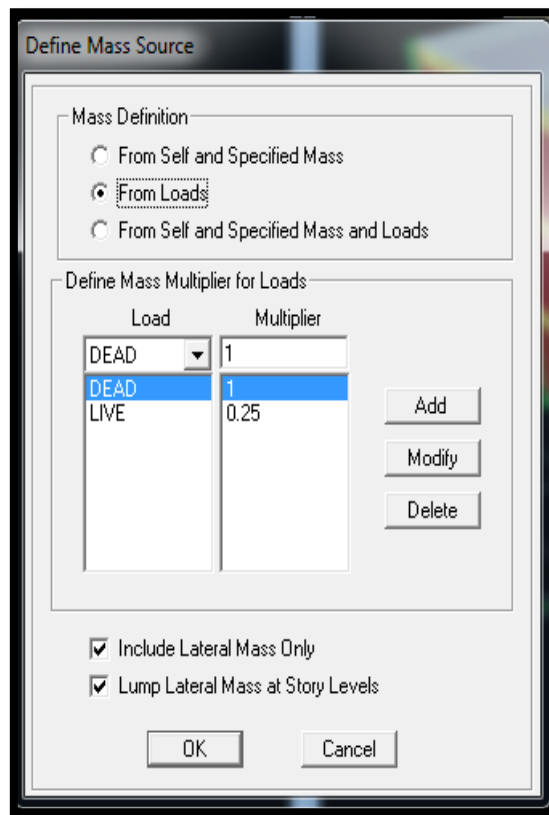
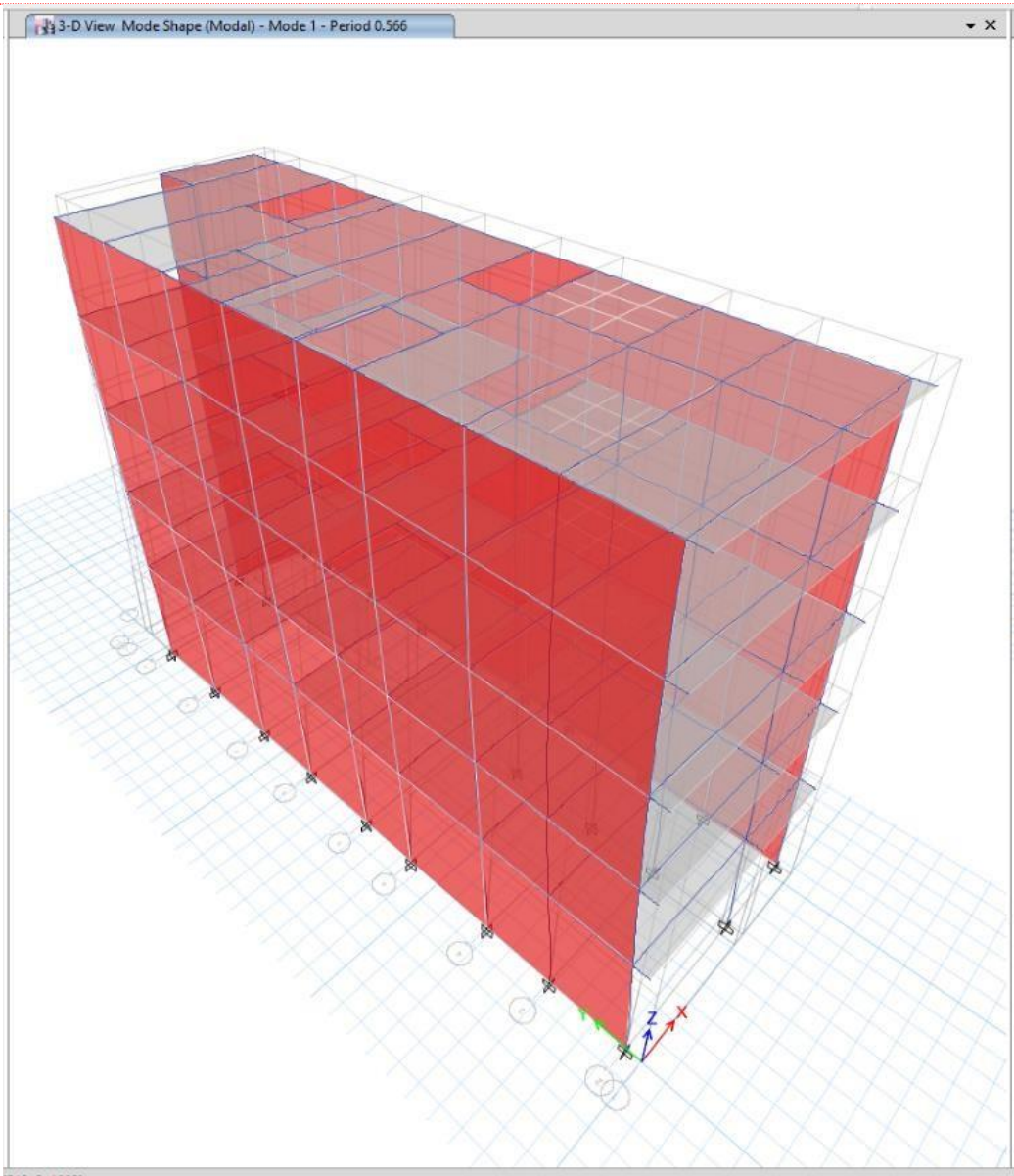


Figura 13. Definición de fuente de masa

3.7.1.1. Modos de vibración

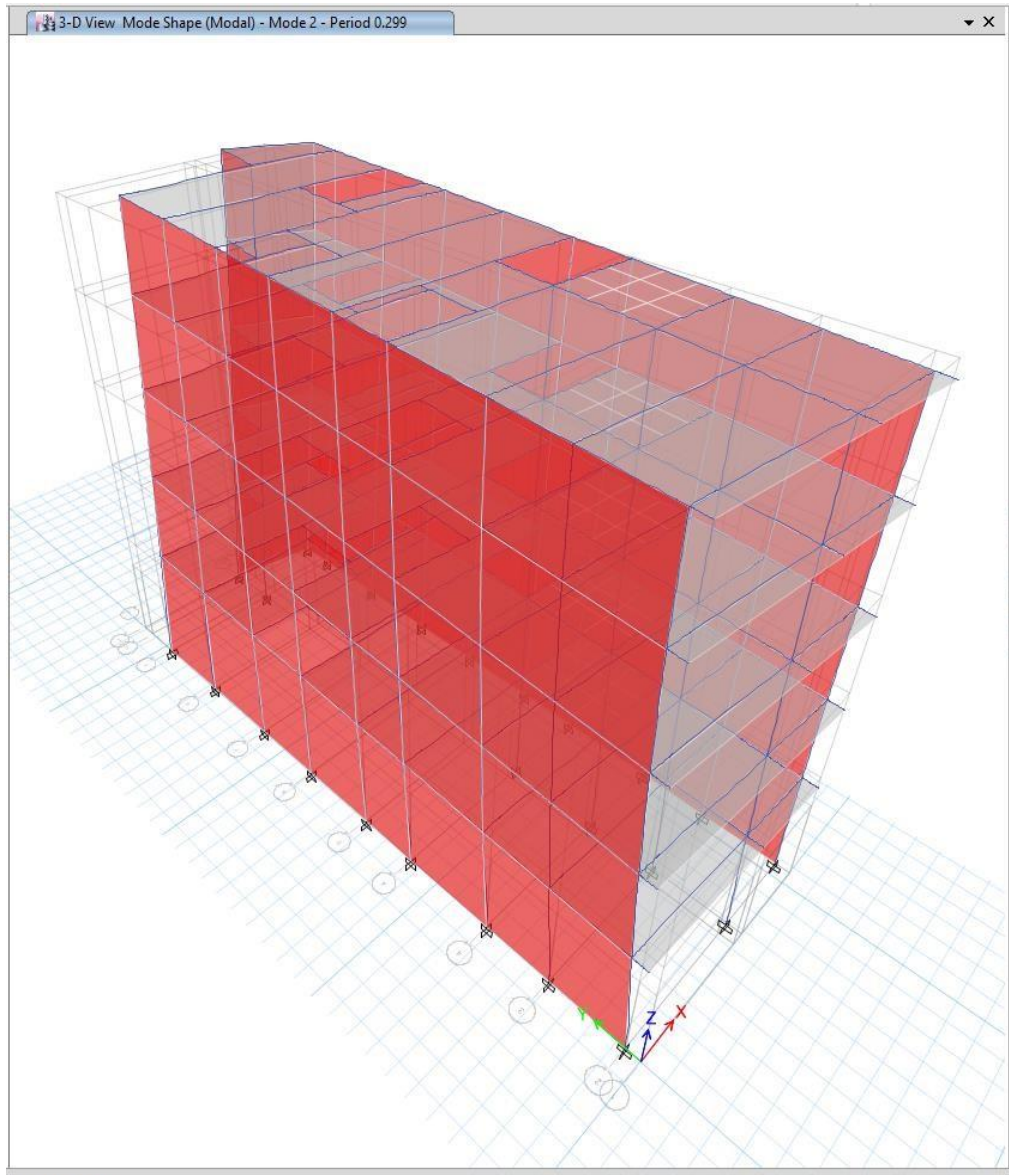
En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. Indicando que se trabajó con 6 modos de vibración; a continuación, se muestran los tres primeros modos, ya que en el quinto modo recién se alcanza el 90% de la masa de la estructura. A continuación, lo observamos en las siguientes figuras



1510_0_16001

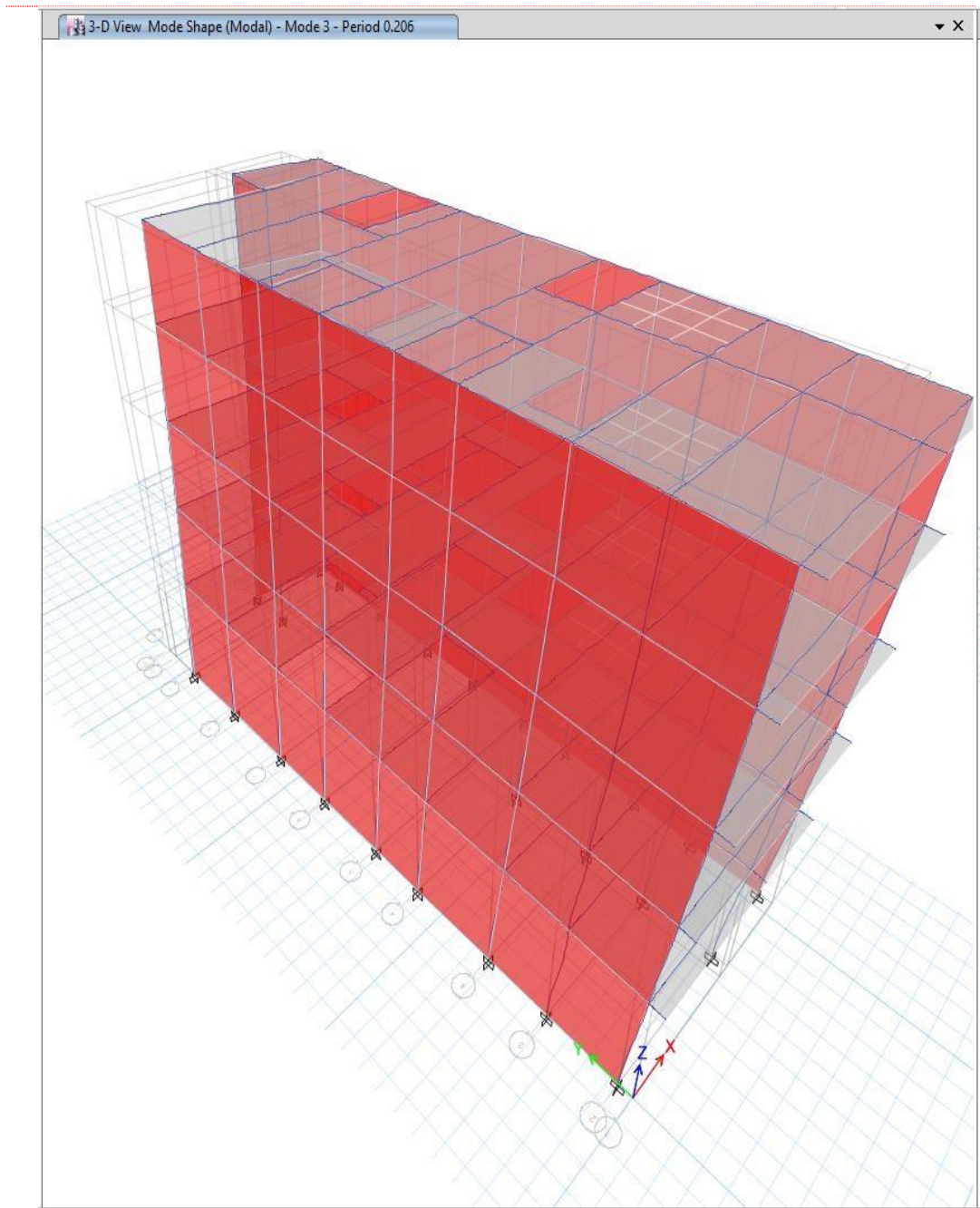
Modo nº 01: T=0.556 Seg.

Figura 14. Primera forma de modo de vibración



Modo n° 02: T=0.299 Seg.

Figura 15. Segunda forma de modo de vibración



Modo n° 03: T=0.206 Seg.

Figura 16. Tercera forma de modo de vibración

En la tabla 9 se indican las masas en cada nivel, la posición del centro de masas y del centro de rigidez (basándose en la distribución de fuerzas en altura resultante del análisis modal).

Tabla 9. Ratios de masas modales participantes

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.566	0.838	0.0001	0	0.838	0.0001
Modal	2	0.299	0.0239	0.0031	0	0.8619	0.0032
Modal	3	0.206	0.0001	0.8825	0	0.862	0.8856
Modal	4	0.176	0.1036	0.0008	0	0.9656	0.8864
Modal	5	0.098	3.372E-06	0.0003	0	0.9656	0.8868
Modal	6	0.094	0.0264	0.0003	0	0.992	0.8871
Modal	7	0.069	0.0001	0.0931	0	0.9921	0.9802
Modal	8	0.064	0.004	1.875E-05	0	0.9961	0.9802
Modal	9	0.055	0.0025	0.0001	0	0.9986	0.9803
Modal	10	0.049	0.0007	0	0	0.9993	0.9803
Modal	11	0.041	9.771E-06	0.0161	0	0.9993	0.9963
Modal	12	0.04	0.0006	1.396E-05	0	0.9999	0.9964

Fuente: Elaboración propia

Visualizando los resultados de masa podemos observar que en los 7 primeros modos alcanza el 90 % en dirección X-X, el 90 % en dirección Y-Y.

Fuerzas Globales

Empleando las expresiones de la norma E030 para el análisis sísmico con fuerzas estáticas equivalentes, se tiene:

Tabla 10. Centro de masa y rigidez

Story	Diaphragm	Mass X tonf-s ² /cm	Mass Y tonf-s ² /cm	XCM cm	YCM cm	Cumulative X tonf-s ² /cm	Cumulative Y tonf-s ² /cm	XCCM cm	YCCM cm
Story1	D1	0.198267	0.198267	414.634	1170.512	0.198267	0.198267	414.634	1170.512
Story2	D2	0.18572	0.18572	417.888	1169.572	0.18572	0.18572	417.888	1169.572
Story3	D3	0.18572	0.18572	417.888	1169.572	0.18572	0.18572	417.888	1169.572
Story4	D4	0.183673	0.183673	417.829	1168.867	0.183673	0.183673	417.829	1168.867
Story5	D5	0.150921	0.150921	416.672	1154.975	0.150921	0.150921	416.672	1154.975

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se lista la contribución de cada modo a las fuerzas cortantes en la base y momentos de volteo. Los cortantes en la base obtenidos del análisis dinámico deben resultar mayores que 90% en ambas direcciones de los correspondientes cortantes estáticos. Por tanto, se da a conocer en la tabla 11 la resolución final.

Tabla 11. Cortante en X y Y

Dir	Z	U	C	S	R	P (Tn)	0.9 V(Tn)
X	0.45	1	2.5	1.05	6.00	886.21	157.03
Y	0.45	1	2.5	1.05	2.25	886.21	418.74

Fuente: Elaboración propia

Cortante

X

0.9 Cortante estático: $\frac{157.03}{147.70}$ Tn 1.06 < 1
 Cortante espectral: Tn Amplificar Espectral

Cortante

Y

0.9 Cortante estático: $\frac{418.74}{413.47}$ Tn 1.01 < 1
 Cortante espectral: Tn Amplificar Espectral

Del análisis dinámico se obtiene que la cortante en dirección Y-Y en la base, en el primer cálculo se incrementó el factor puesto que arrojó un valor que el 90% del cortante estático. por lo tanto, se incrementa (FAD 1.01) el cortante, en tanto en la dirección X-X la cortante dinámica el valor arrojó MAYOR que el 90% del cortante estático por lo tanto se incrementó a una escala (FAD 1.06) para cumplir los mínimos señalados, según Norma de Diseño Sismo resistente NTE.030.

3.8. Análisis estático no lineal “Pushover” utilizando el software ETABS

3.8.1. Espectro de respuesta

Para determinar el espectro de respuesta de la vivienda multifamiliar del distrito de San Martín de Porres, se debe considerar los parámetros sísmicos de la norma técnica E.030. Por lo tanto, en la tabla 17 se dará a conocer los parámetros sísmicos, a la vez datos para la aceleración espectral. Además, se sabe que el espectro es una gráfica donde se dará a conocer a continuación en la siguientes figuras.

Tabla 12. Parámetros sísmicos

ZONA:	Z4	ZONA 4
Z=	0.45	
Tipo de suelo:	S2	Suelos intermedios
S=	1.05	
Tp=	0.6	
TL=	2	
U=	1	Edificacion comun
Factor de ductilidad		
Rx=	8.00	Porticos de concreto armado
Ry=	3.00	Albañileria Armada o Confinada
Edificacion Irregular	Si	
Rdx=	6.00	Correccion por irregularidad
Rdy=	2.25	Correccion por irregularidad

Fuente: Elaboración propia

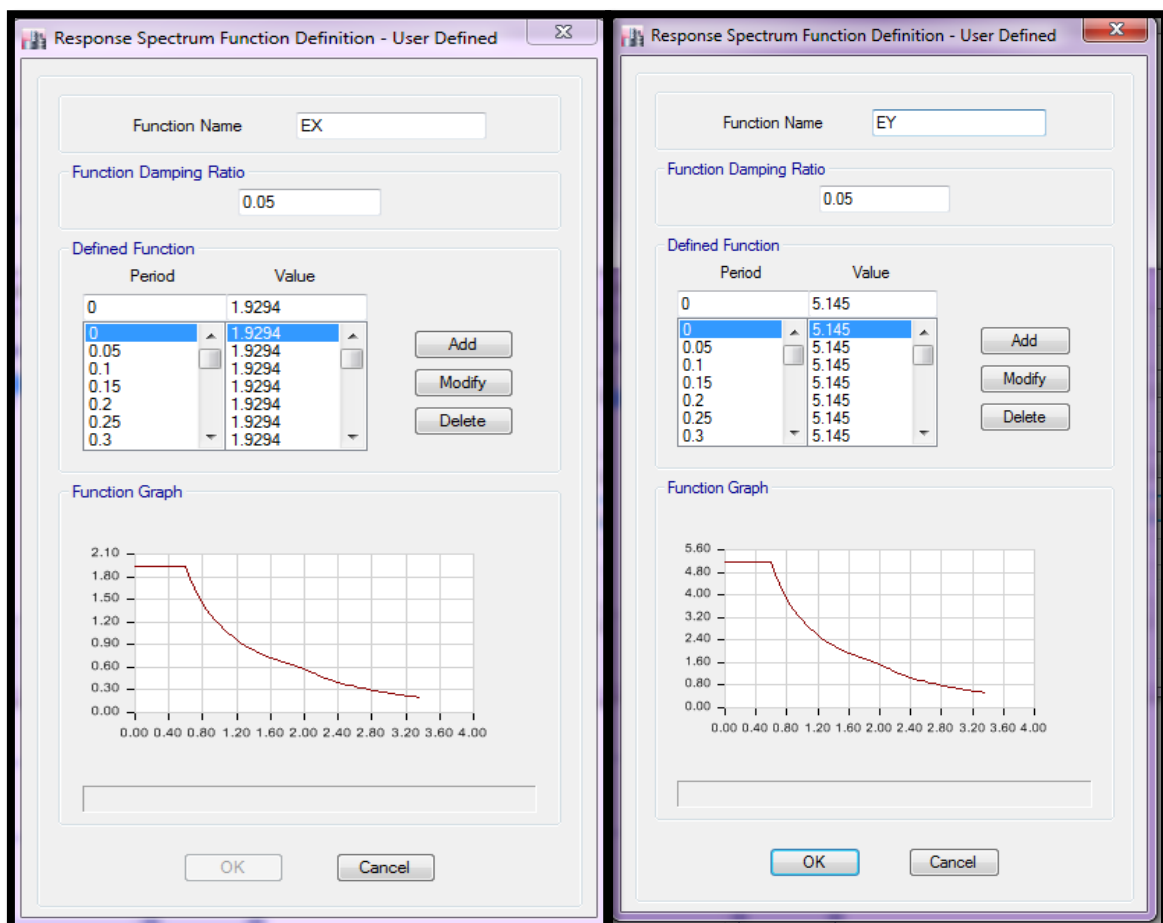


Figura 17. Espectro de respuesta

A continuación se observa el resumen de la grafica del espectro de respuesta que viene ser lo mismo el espectro de aceleraciones donde nos detalla como reaciona la vivienda multifamiliar.

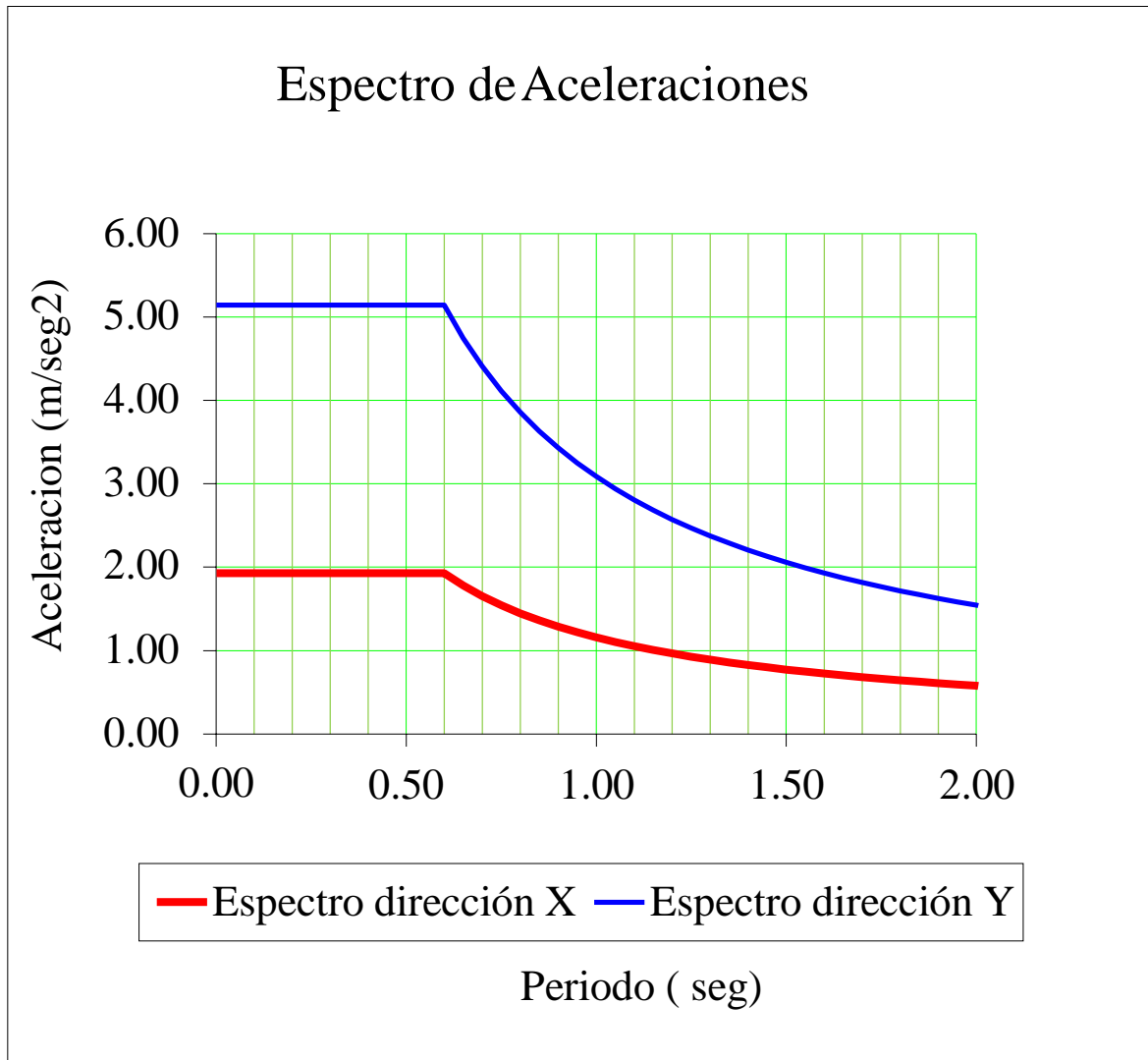


Figura 18. Resumen del espectro de respuesta (espectro de aceleraciones).

3.8.2. Curva de capacidad

Para realizar el análisis inelástico de la vivienda multifamiliar, se deberá tener en cuenta las rotulas que se ubican en los elementos estructurales, por tal sentido se considera con todos los criterios definidos anteriormente de esta manera determinamos la curva de capacidad. Para ello, se considera el prodecimiento ya establecidos por el ASCE41-13, ATC – 40 y la norma E.030. A continuación vemos en las imagenes los pasos correspondientes para realizar el análisis no lineal y determinar la curva de capacidad de la edificación.

Primero creamos los patrones de carga de la vivienda multifamiliar.

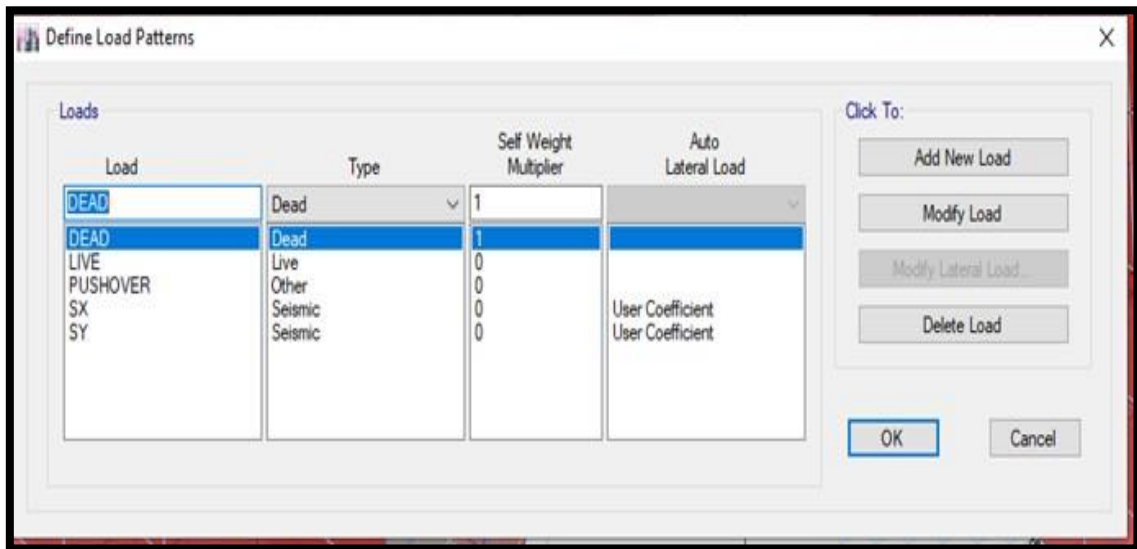


Figura 19. Patrones de carga

Por consiguiente, se define los casos de carga CGNL (Carga gravitacional no lineal) y AENL (Análisis estático no lineal).

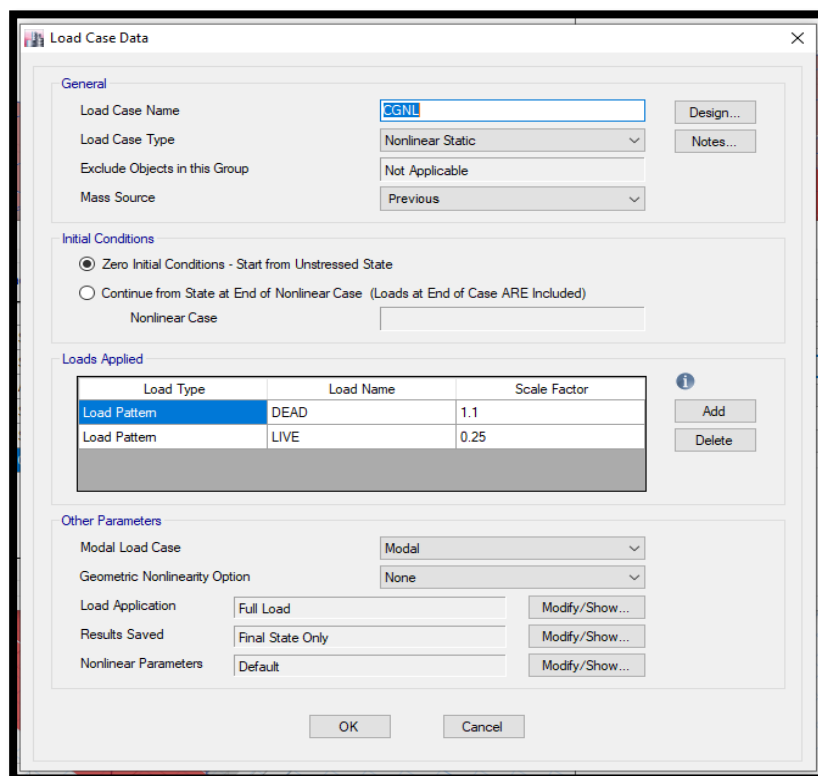


Figura 20. Carga gravitacional no lineal

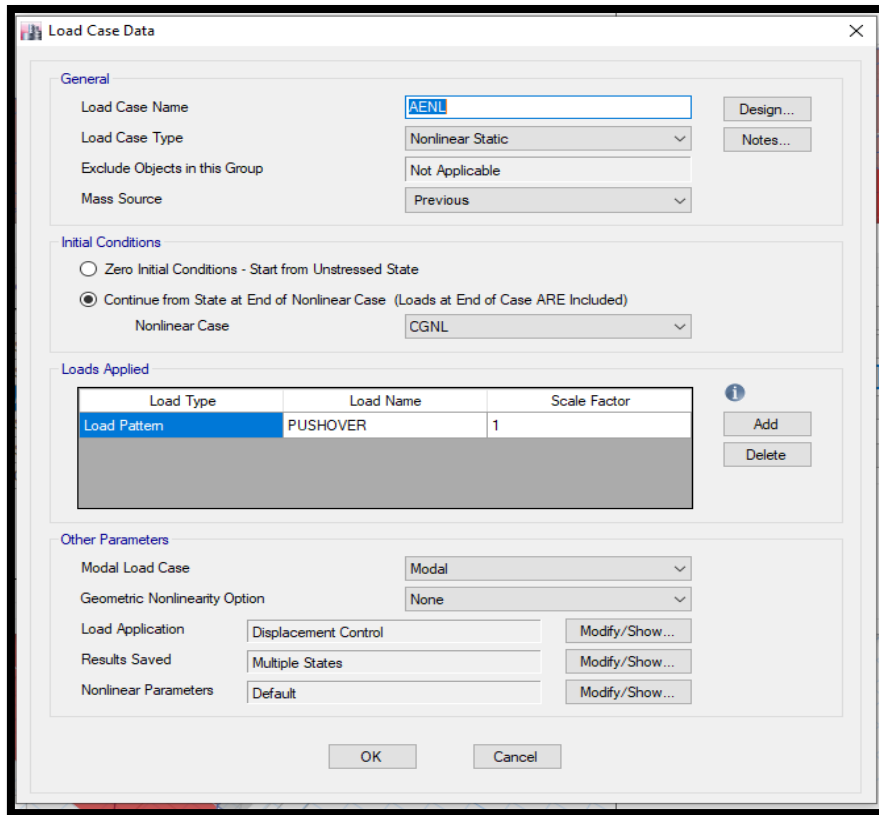


Figura 21. Análisis estático no lineal

Siguiendo con el procedimiento en las figuras se define las roctulas plásticas a vigas, columnas y muros.

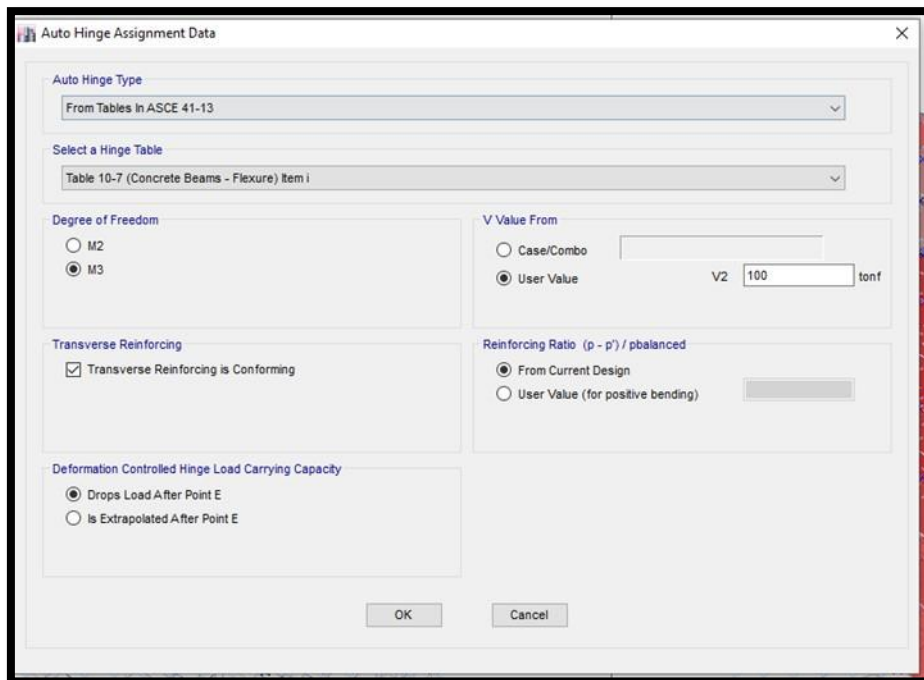


Figura 22. Vigas rotulas plásticas

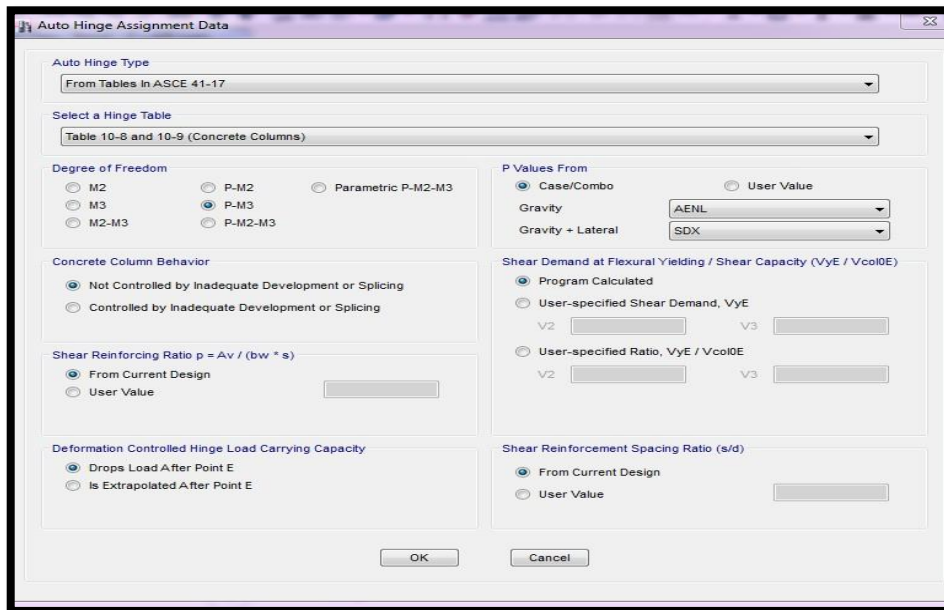


Figura 23. Columnas rotulas plásticas

A continuación asignamos en la figura 24 rotulas plásticas a los muros.

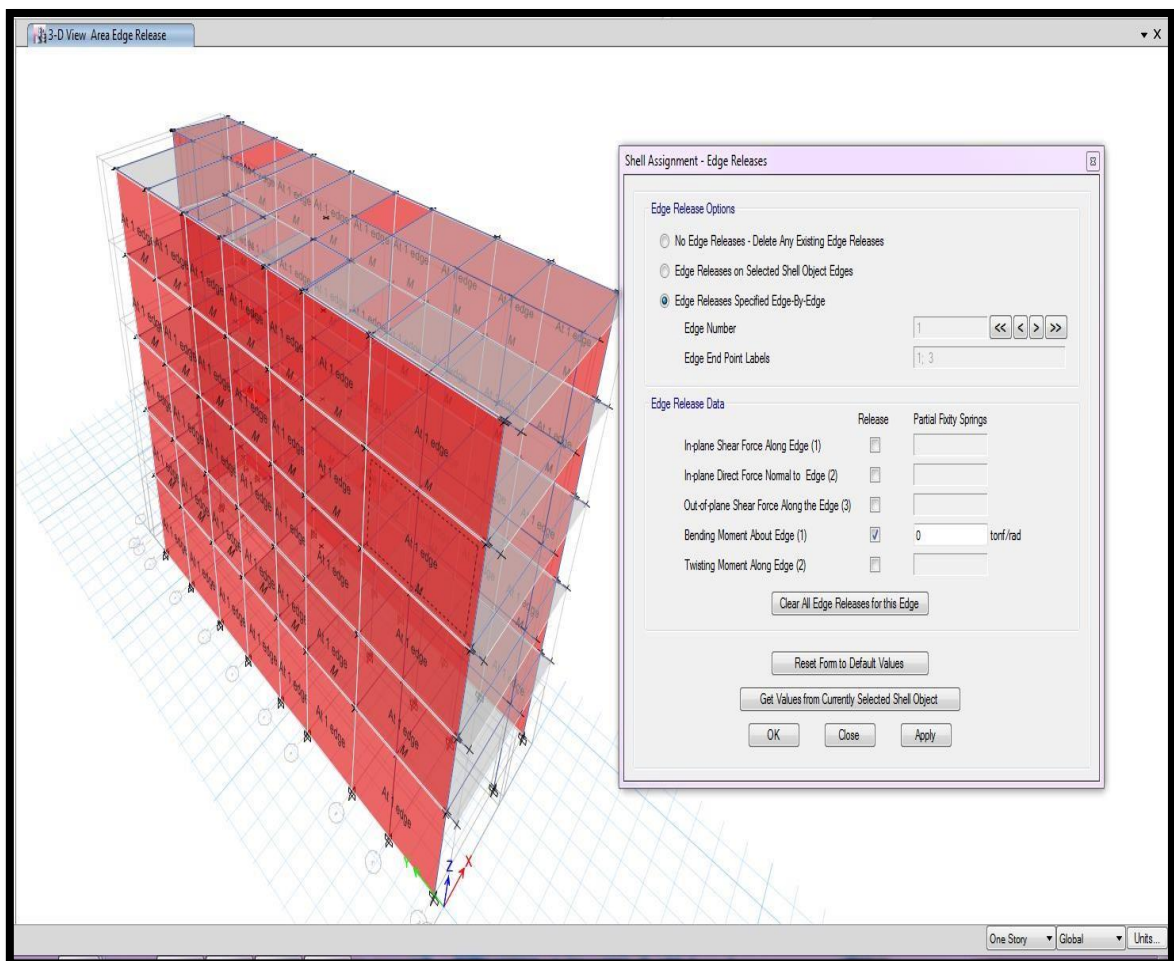


Figura 24. Muros rotulas plásticas

De este modo chequeemos el modelo de la edificación donde el programa nos indica que no se ha generado ningún mensaje de advertencia. Lo vemos en siguiente figura 25.

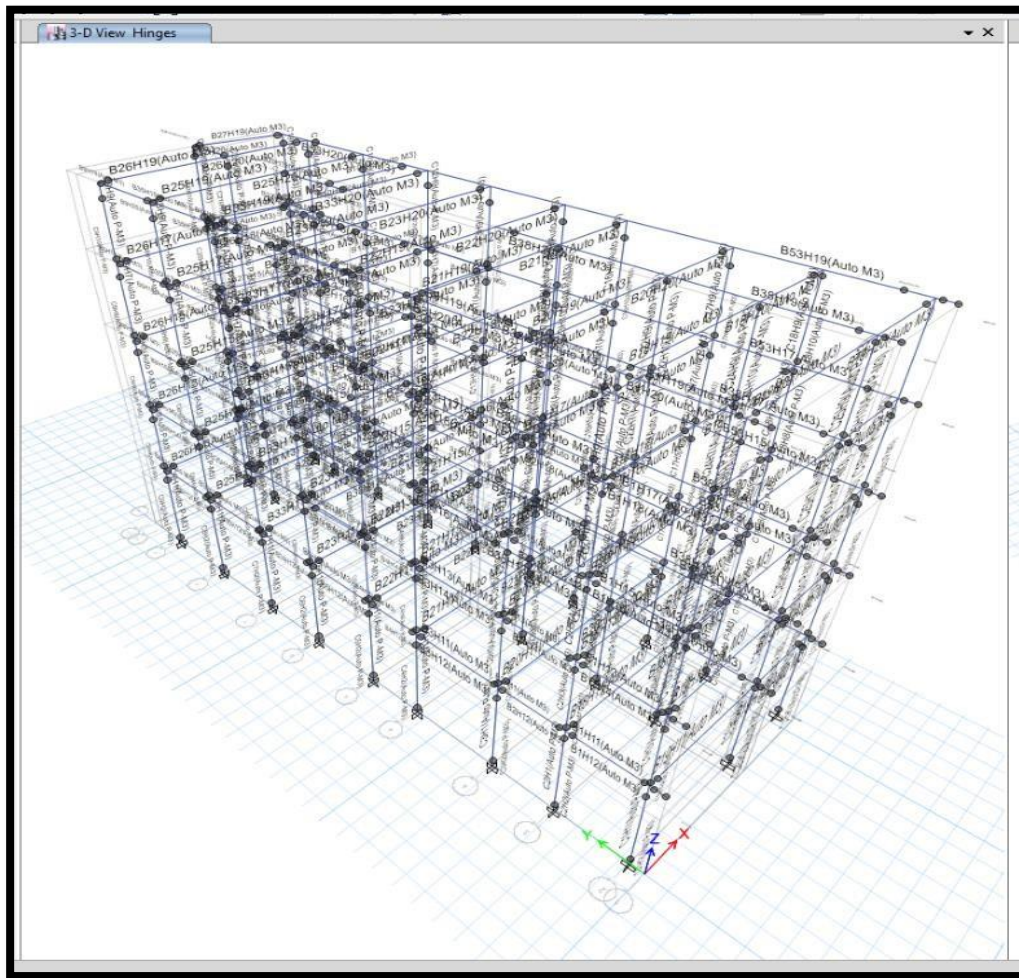


Figura 25. Asignación de análisis en 3D

Finalmente determinamos la curva de capacidad de la estructura en el ETABS 2017 lo observamos a continuación en la figura 26

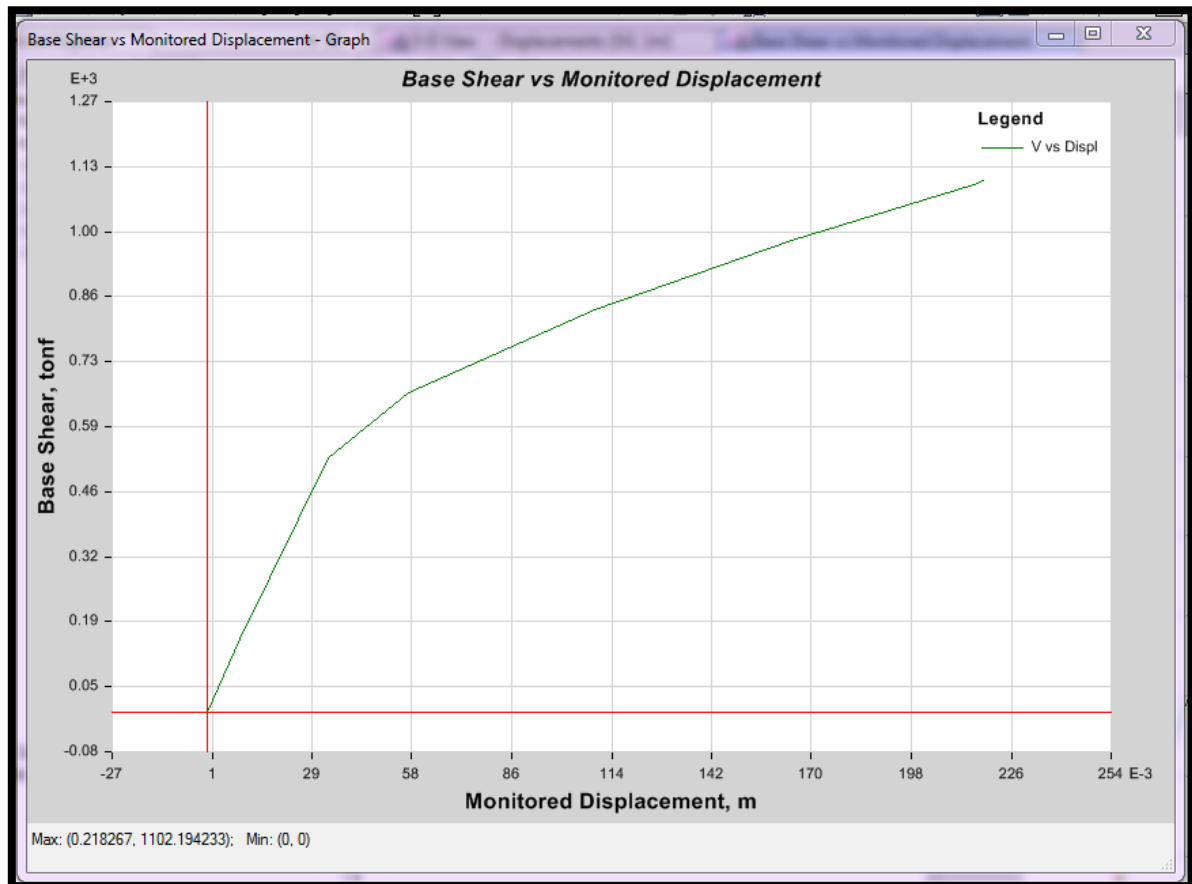


Figura 26. Curva de capacidad

3.8.3. Derivas de entrepiso

Como se sabe que la deriva es el desplazamiento lateral, a la vez la norma E.030, establece que para las edificaciones de concreto armado la deriva, no se debe de exceder al 0.7% y de en la parte de albañilería su deriva no se debe de exceder al 0.5%. Por tanto, a continuación se dará a conocer en los siguiente cuadros tanto en dirección X-X y en dirección Y-Y los desplazamientos, a la vez su distorsiones que puedan tener.

Tabla 13. Desplazamientos en ambas direcciones

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	SDXX Max	X	0.004424	26	0	0	16.8
Story5	SDYY Max	X	0.000185	26	0	0	16.8
Story5	SDYY Max	Y	0.000495	26	0	0	16.8
Story4	SDXX Max	X	0.007629	26	0	0	13.8
Story4	SDYY Max	X	0.000243	20	4.65	24.1	13.8
Story4	SDYY Max	Y	0.000794	26	0	0	13.8
Story3	SDXX Max	X	0.010136	26	0	0	10.6
Story3	SDYY Max	X	0.000274	20	4.65	24.1	10.6
Story3	SDYY Max	Y	0.001035	34	8	0	10.6
Story2	SDXX Max	X	0.011972	26	0	0	7.4
Story2	SDYY Max	X	0.000277	20	4.65	24.1	7.4
Story2	SDYY Max	Y	0.001201	34	8	0	7.4
Story1	SDXX Max	X	0.011372	25	5.1	0.5	4.2
Story1	SDYY Max	X	0.000317	25	5.1	0.5	4.2
Story1	SDYY Max	Y	0.00127	19	8	23.5	4.2

Fuente: Elaboración propia

Luego, la distorsión máxima que presenta la vivienda multifamiliar en la dirección X-X es de 0.01 y en la dirección Y-Y es 0.00079 las cuales son menores a 0.007 conforme la norma E.030 para concreto armado y 0.005 para albañilería confinada.

Tabla 14. Diafragma centro de desplazamientos de masa

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX cm	UY cm	RZ rad	Point	X cm
Story5	D5	SDXX Max	12.4242	0.1279	0.002801	58	416.672
Story5	D5	SDYY Max	0.1584	1.6008	0.00025	58	416.672
Story4	D4	SDXX Max	11.1759	0.1233	0.002716	99	417.829
Story4	D4	SDYY Max	0.1269	1.4596	0.000232	99	417.829
Story3	D3	SDXX Max	9.1445	0.1044	0.002383	137	417.888
Story3	D3	SDYY Max	0.0953	1.2125	0.0002	137	417.888
Story2	D2	SDXX Max	6.5369	0.076	0.001844	140	417.888
Story2	D2	SDYY Max	0.0767	0.8873	0.000153	140	417.888
Story1	D1	SDXX Max	3.5478	0.0379	0.001113	176	414.634
Story1	D1	SDYY Max	0.0513	0.5131	9.2E-05	176	414.634

Fuente: Elaboración propia

Los desplazamientos en dirección X es de 12.42 cm, en dirección Y es 1.60 cm. En la tabla 13 y 14 se ha verificado los desplazamientos de la vivienda multifamiliar en ambas direcciones X e Y, se ha observado que si exceden los límites para la distorsión del entrepiso indicada en la norma sismo resistente.

A continuación, se mostrara las gráficas de los desplazamientos laterales y la deriva máxima.

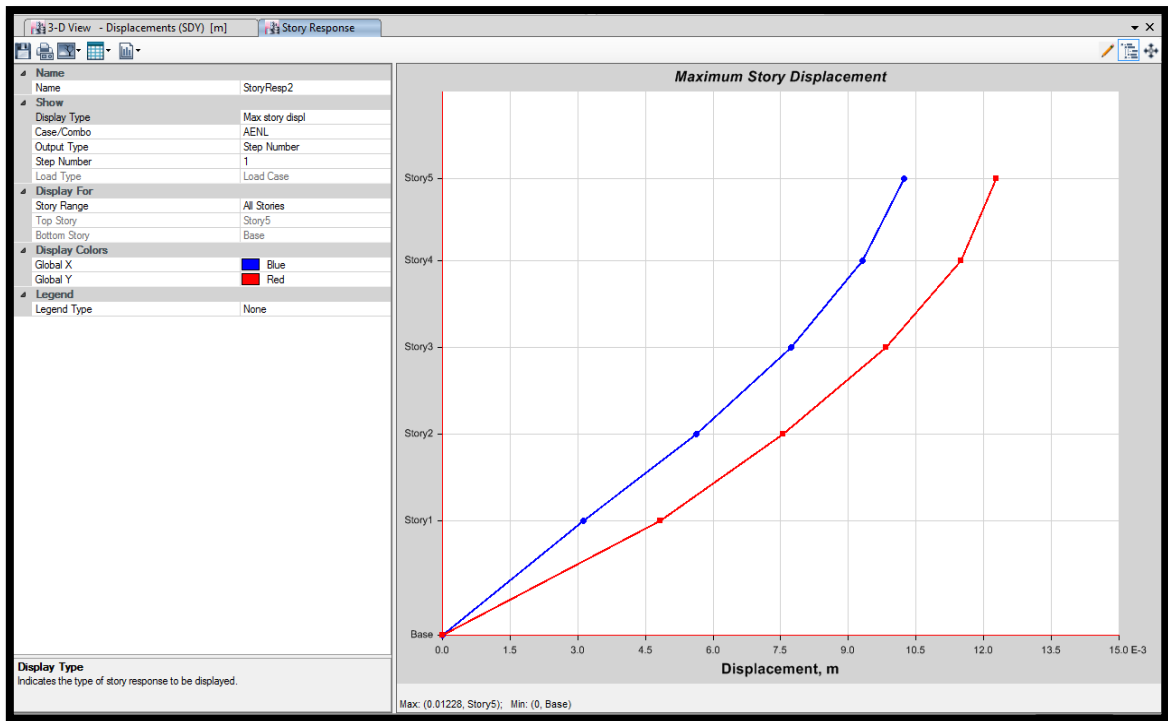


Figura 27. Desplazamiento máximo

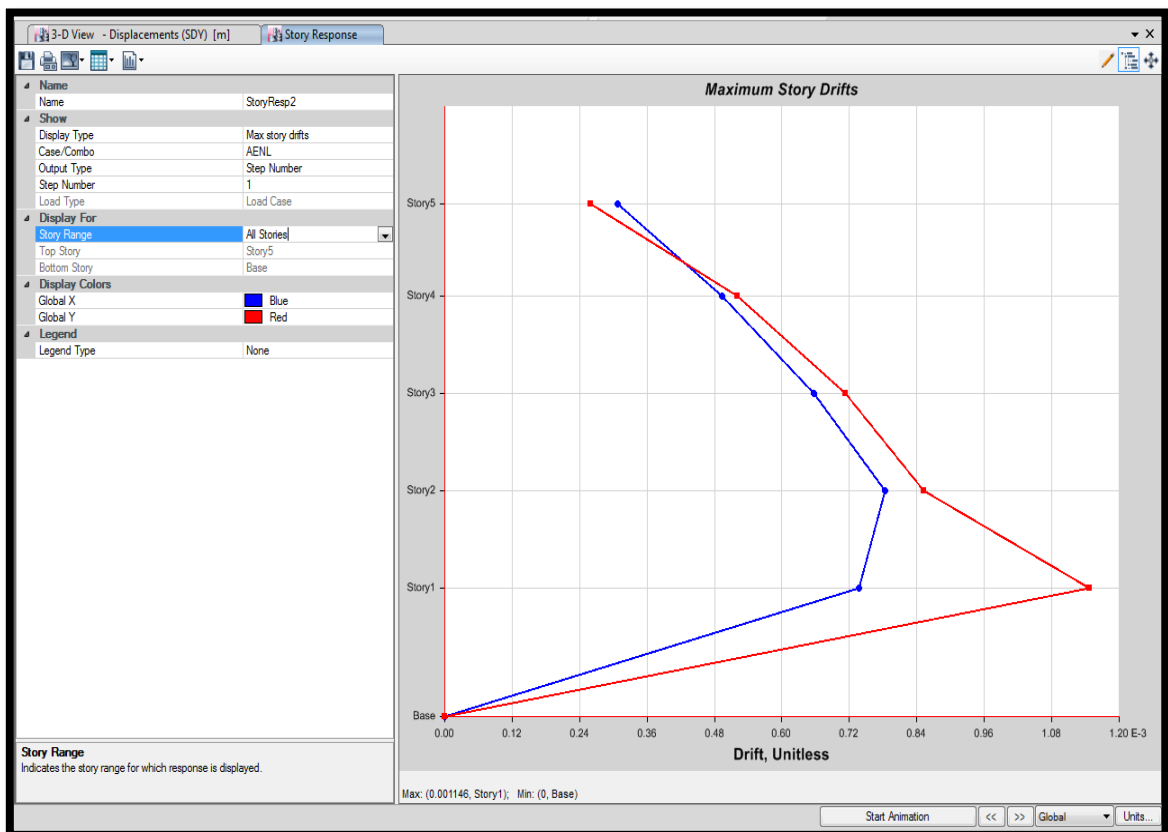


Figura 28. Deriva máxima

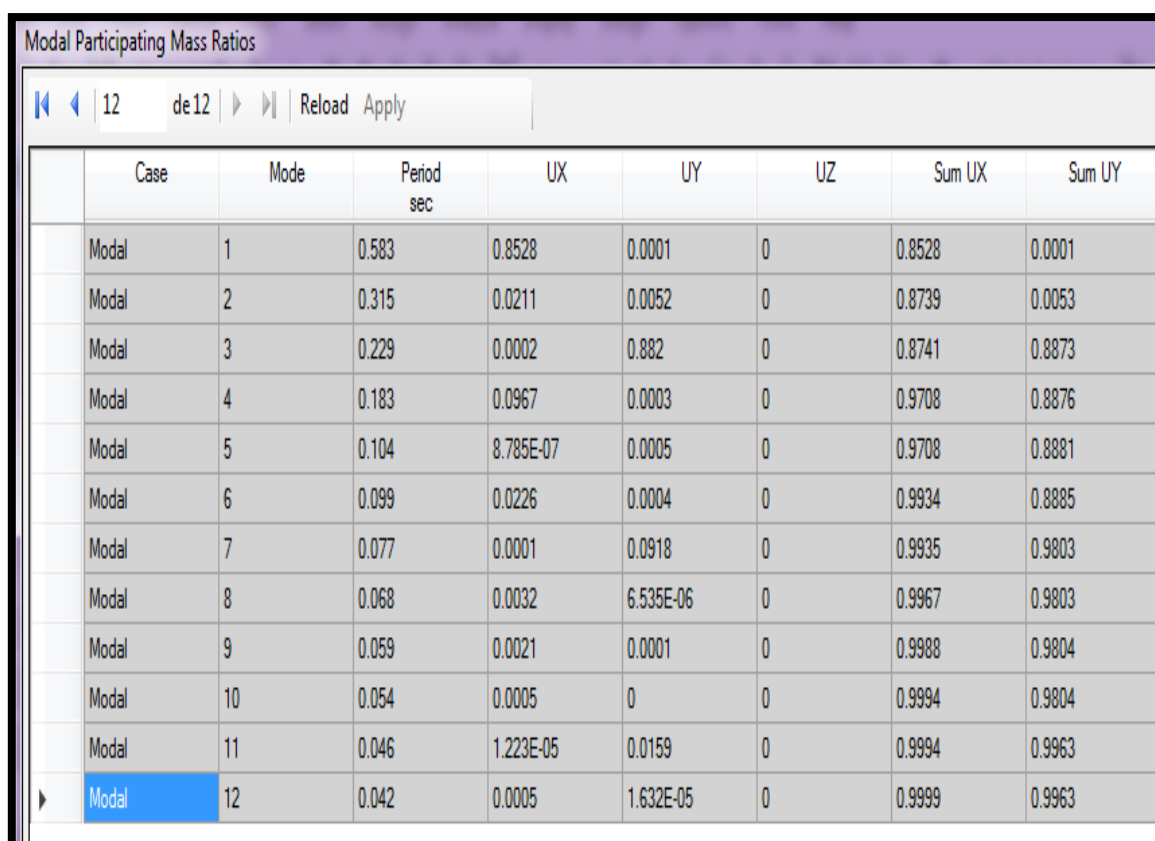
Análisis de vivienda multifamiliar con un nuevo peralte de losa aligerada

Se realizará nuevamente un análisis no lineal considerando un nuevo peralte de la losa para de esta manera comparar los resultados y poder determinar cuánto influye su vulnerabilidad. Como se ha visto anteriormente su proceso, en esta parte se dará conocer solamente sus resultados finales.

Modos de vibración

En la tabla se indican las masas en cada nivel, la posición del centro de masas y del centro de rigidez (basándose en la distribución de fuerzas en altura resultante del análisis modal).

Tabla 15. Ratios de masas modales participantes.



Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.583	0.8528	0.0001	0	0.8528	0.0001
Modal	2	0.315	0.0211	0.0052	0	0.8739	0.0053
Modal	3	0.229	0.0002	0.882	0	0.8741	0.8873
Modal	4	0.183	0.0967	0.0003	0	0.9708	0.8876
Modal	5	0.104	8.785E-07	0.0005	0	0.9708	0.8881
Modal	6	0.099	0.0226	0.0004	0	0.9934	0.8885
Modal	7	0.077	0.0001	0.0918	0	0.9935	0.9803
Modal	8	0.068	0.0032	6.535E-06	0	0.9967	0.9803
Modal	9	0.059	0.0021	0.0001	0	0.9988	0.9804
Modal	10	0.054	0.0005	0	0	0.9994	0.9804
Modal	11	0.046	1.223E-05	0.0159	0	0.9994	0.9963
Modal	12	0.042	0.0005	1.632E-05	0	0.9999	0.9963

Fuente: Elaboración propia

Visualizando los resultados de masa podemos observar que en los 7 primeros modos alcanza el 90 % en dirección X-X, el 90 % en dirección Y-Y.

Fuerzas Globales

Empleando las expresiones de la norma E.030 para el análisis sísmico con fuerzas estáticas equivalentes, se tiene:

Tabla 16. Centro de masa y rigidez

Centers of Mass and Rigidity										
Story	Diaphragm	Mass X tonf-s ² /cm	Mass Y tonf-s ² /cm	XCM cm	YCM cm	Cumulative X tonf-s ² /cm	Cumulative Y tonf-s ² /cm	XCCM cm	YCCM cm	
Story1	D1	0.24397	0.24397	409.031	1159.364	0.24397	0.24397	409.031	1159.364	
Story2	D2	0.230751	0.230751	414.2	1161.388	0.230751	0.230751	414.2	1161.388	
Story3	D3	0.230751	0.230751	414.2	1161.388	0.230751	0.230751	414.2	1161.388	
Story4	D4	0.228704	0.228704	414.12	1160.748	0.228704	0.228704	414.12	1160.748	
Story5	D5	0.195953	0.195953	412.609	1148.692	0.195953	0.195953	412.609	1148.692	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se lista la contribución de cada modo a las fuerzas cortantes en la base y momentos de volteo. Los cortantes en la base obtenidos del análisis dinámico deben resultar mayores que 90% en ambas direcciones de los correspondientes cortantes estáticos. Por tanto, se da a conocer en la tabla 17 la resolución final.

Tabla 17. Cortante X y Y

Dir	Z	U	C	S	R	P (Tn)	0.9 V(Tn)
X	0.45	1	2.5	1.05	6.00	1,107.53	196.24
Y	0.45	1	2.5	1.05	2.25	1,107.53	523.31

Fuente: Elaboración propia

Cortante X

0.9 Cortante estatico:	$\frac{196.24}{147.70}$	tn	1.33	< 1
Cortante espectral:		Tn		Amplificar Espectral

Cortante Y

0.9 Cortante estatico:	$\frac{523.31}{413.47}$	tn	1.27	< 1
Cortante espectral:		Tn		Amplificar Espectral

Del análisis dinámico se obtiene que la cortante en dirección Y-Y en la base, en el primer cálculo se incrementó el factor puesto que arrojó un valor MAYOR que el 90% del cortante estático. por lo tanto, se incrementa (FAD 1.27) el cortante, en tanto en la dirección X-X la cortante dinámica el valor arrojó MAYOR que el 90% del cortante estático por lo tanto se incrementó a una escala (FAD 1.33) para cumplir los mínimos señalados, según Norma de Diseño Sismo resistente NTE.030.

Curva de capacidad

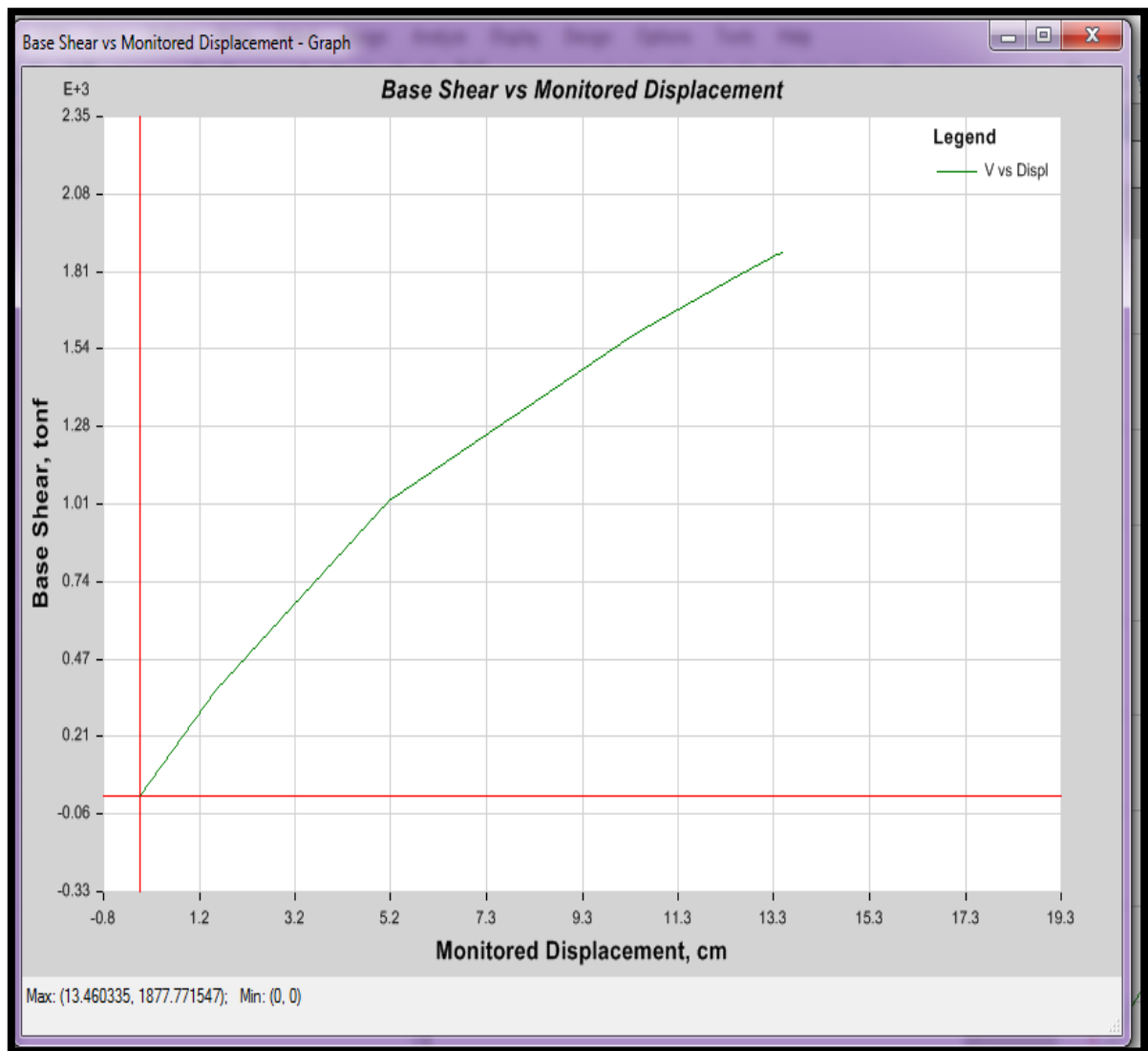


Figura 29. Curva de capacidad

Derivas de entrepiso

Tabla 18. Desplazamientos en ambas direcciones

Story Drifts								
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm	
Story5	SDXX Max	X	0.004312	26	0	0	1680	
Story5	SDYY Max	X	0.000229	20	465	2410	1680	
Story5	SDYY Max	Y	0.000606	26	0	0	1680	
Story4	SDXX Max	X	0.007681	26	0	0	1380	
Story4	SDYY Max	X	0.000334	20	465	2410	1380	
Story4	SDYY Max	Y	0.000982	34	800	0	1380	
Story3	SDXX Max	X	0.010271	26	0	0	1060	
Story3	SDYY Max	X	0.000393	20	465	2410	1060	
Story3	SDYY Max	Y	0.001291	34	800	0	1060	
Story2	SDXX Max	X	0.012224	26	0	0	740	
Story2	SDYY Max	X	0.000409	20	465	2410	740	
Story2	SDYY Max	Y	0.001491	34	800	0	740	
Story1	SDXX Max	X	0.012874	25	510	50	420	
Story1	SDYY Max	X	0.000418	25	510	50	420	
Story1	SDYY Max	Y	0.001586	19	800	2350	420	

Fuente: Elaboración propia

Luego, la distorsión máxima que presenta la vivienda multifamiliar en la dirección X-X es de 0.012 y en la dirección Y-Y es 0.000982 las cuales son menores a 0.007 conforme la norma E.030 para concreto armado y 0.005 para albañilería confinada.

Tabla 19. Diafragma centro de desplazamientos de masa

Diaphragm Center of Mass Displacements										
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX cm	UY cm	RZ rad	Point	X cm	Y cm	Z cm	
Story5	D5	SDXX Max	13.1172	0.1305	0.002867	58	412.609	1148.692	1680	
Story5	D5	SDYY Max	0.1647	1.9821	0.000378	58	412.609	1148.692	1680	
Story4	D4	SDXX Max	11.8811	0.1262	0.002802	99	414.12	1160.748	1380	
Story4	D4	SDYY Max	0.1327	1.8063	0.000351	99	414.12	1160.748	1380	
Story3	D3	SDXX Max	9.8104	0.1072	0.002486	137	414.2	1161.388	1060	
Story3	D3	SDYY Max	0.0959	1.4999	0.000299	137	414.2	1161.388	1060	
Story2	D2	SDXX Max	7.1343	0.0788	0.001964	140	414.2	1161.388	740	
Story2	D2	SDYY Max	0.0715	1.0986	0.000227	140	414.2	1161.388	740	
Story1	D1	SDXX Max	4.0403	0.0384	0.00125	176	409.031	1159.364	420	
Story1	D1	SDYY Max	0.0483	0.637	0.000136	176	409.031	1159.364	420	

Fuente: Elaboración propia

Los desplazamientos en dirección X es de 13.11 cm, en dirección Y es 1.90 cm. En la tabla 18 y 19 se ha verificado los desplazamientos de la vivienda multifamiliar en ambas direcciones X e Y, se ha observado que si exceden los límites para la distorsión del entrepiso indicada en la norma sismo resistente.

3.9. Verificación de losa aligerada

Según el pre dimensionamiento anteriormente de la losa aligerada obtenemos los siguientes datos:

h = 0.20 m	Peralte mínimo
bw = 0.10 m	Ancho de vigueta
b = 0.40 m	Ancho de alas
t = 0.05 m	Espesor de alas

Metrado de cargas de losa aligerada

- **Carga muerta**

Peso las viguetas	0.035 m ²	*	2400 Kg/m ³ /b	=	210.00 Kg/m ²
Peso del Ladrillo t = (h - 5 cm)	=		0.15 m	=	70.20 Kg/m ²
Cielo raso =	0.020 m	*	2000 Kg/m ³	=	40.00 Kg/m ²
Contrapiso =	0.050 m	*	2000 Kg/m ³	=	100.00 Kg/m ²
Cerámico =	0.005 m	*	2000 Kg/m ³	=	10.00 Kg/m ²
Tabiquería				=	100.00 Kg/m ²
Equivalente				=	
Carga Muerta				=	530.20 Kg/m²

- **Carga viva**

Sobrecarga (S/C) para	Vivienda	=	350.00 Kg/m ²
Carga Viva		=	350.00 Kg/m²

Cargas últimas

Carga muerta última (Wcm)	= 1.40	* CM	= 742.28 Kg/m ²
Carga viva última (Wcv)	= 1.70	* CV	= 595.00 Kg/m ²

Cargas ultimas por viguetas

Carga muerta última (Wcm)	= 742.28 Kg/m ²	*	0.40 m	=	296.9 Kg/m
Carga viva última (Wcv)	= 595.00 Kg/m ²	*	0.40 m	=	238.0 Kg/m
Carga última (Wu)	=			=	534.9 Kg/m

Diagrama de Momentos

Momentos obtenidos con ETABS 2017

Tabla 20. Diagrama de Momentos

TRAMO	Luz (m)	M(-) Ton-m		M(+) Ton-m		M(-) Ton-m	
Tramo 1-2	2.60	M1	0.084	M10	0.258	M2	-0.328
Tramo 2-3	2.35	M2	-0.328	M11	0.211	M3	-0.123
Tramo 3-4	3.20	M3	-0.609	M12	0.391	M4	-0.228
Tramo 4-5	2.10	M4	-0.262	M13	0.168	M5	-0.098
Tramo 5-6	2.80	M5	-0.466	M14	0.300	M6	-0.175
Tramo 6-7	2.65	M6	-0.417	M15	0.298	M7	-0.157
Tramo 7-8	3.05	M7	-0.533	M16	0.355	M8	-0.207
Tramo 8-9	2.90	M8	-0.500	M17	0.321	M9	0.027

Fuente: Elaboración propia

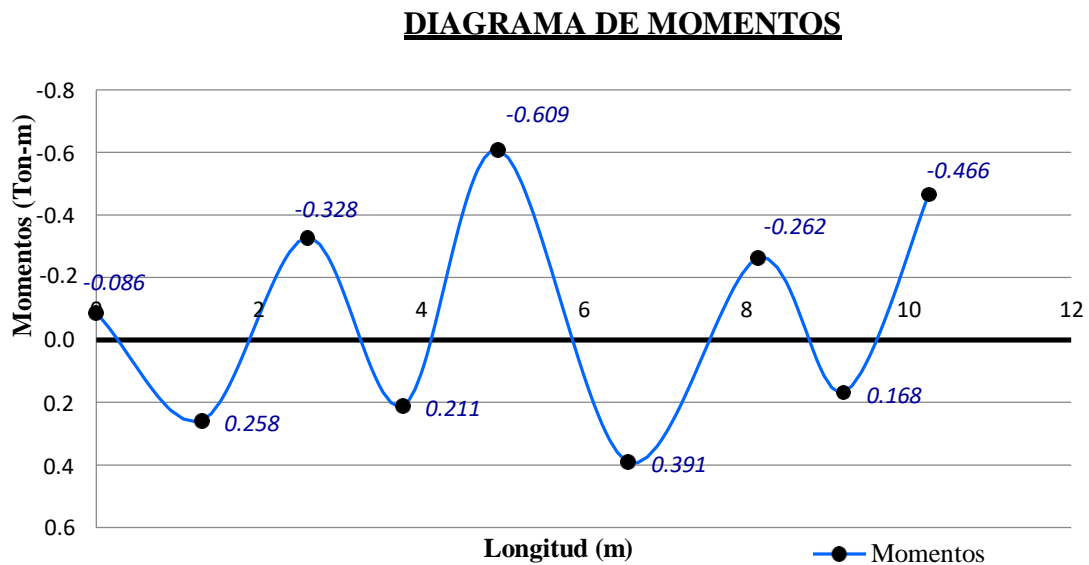


Figura 30. Diagrama de momentos

Momentos de diseño

Momentos Negativos - Apoyos (Ton-m)

M1 =	-0.086	M6 =	-0.417
M2 =	-0.328	M7 =	-0.533
M3 =	-0.609	M8 =	-0.500
M4 =	-0.262	M9 =	-0.107
M5 =	-0.466		

Momento Positivos - Centro (Ton-m)

M10 =	0.258	M14 =	0.300
M11 =	0.211	M15 =	0.298
M12 =	0.391	M16 =	0.355
M13 =	0.168	M17 =	0.321

Diseño a flexión

Datos para el diseño en acero

h =	Altura de Losa aligerada	20.00	cm
b =	Ancho de ala de viga T	40.00	cm
bw =	Ancho de alma de viga T	10.00	cm
t =	Espesor de alas de viga T	5.00	cm
r =	Recubrimiento	2.00	cm
f'c =	Resistencia a la compresión del concreto	210.0	Kg/cm ²
fy =	Resistencia a la fluencia del acero	4200.0	Kg/cm ²
β =	Factor de Whitney	0.85	
Φ =	Factor de reducción	0.90	
Φ =	Diámetro de acero longitudinal asumido	1/2 "	
d =	h - r - Φ/2 (Peralte efectivo)	17.37	cm

Acero mínimo

Cuantía mínima para cada vigueta:

$$\begin{array}{l}
 - \rho \text{ mín.} = 14/f_y = 0.0033 \\
 - \rho \text{ mín.} = \frac{0.80 \sqrt{f'c}}{f_y} = 0.0026
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\} \rho \text{ mín.} = 0.0033$$

Acero mínimo para cada vigueta:

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ min} &= \rho \text{ mín.} * b_w * d \\
 A_s \text{ min} &= \mathbf{0.579 \text{ cm}^2}
 \end{aligned}$$

Tabla 21. Verificación de acero mínimo

Cantidad	Φ	As (cm ²)	Verific.
0	3/8 "	0.00 cm ²	Ok!
3	1/2 "	3.80 cm ²	
Total		3.80 cm²	

Fuente: Elaboración propia

Acero máximo

$$- \rho \text{ balanceada} = 0.723 \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6300}{6300 + f_y}$$

$$\rho \text{ balanceada} = 0.0217$$

$$- \rho \text{ máxima} = 0.75 * \rho \text{ balanceada}$$

$$\rho \text{ máxima} = 0.016$$

Acero máximo para cada vigueta:

$$A_s \text{ max} = \rho \text{ max} * b_w * d$$

$$A_s \text{ max} = 2.825 \text{ cm}^2$$

Tabla 22. Verificación de acero máximo

Cantidad	Φ	As (cm ²)	Verific.
0	3/8 "	0.00 cm ²	Ok!
1	1/2 "	1.27 cm ²	
Total		1.27 cm²	

Fuente: Elaboración propia

Verificación por corte

Se debe verificar que el espesor de losa de concreto tome el cortante generado por las cargas actuantes, de lo contrario diseñar ensanches de viguetas por corte. Debe verificar que:

$$\Phi \cdot V_c \geq V_{ud} \quad V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

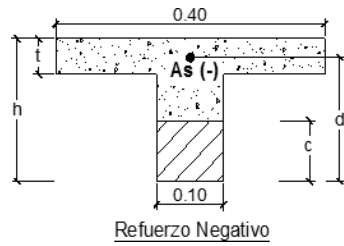
V_{ud}: Corte a una distancia “d” de la cara del apoyo

$$\Phi = 0.85$$

V_c: Cortante tomado por el concreto

Determinación de los Momentos Resistentes

Para analizar por corte se utilizarán los momentos resistentes nominales negativos



$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b_w}$$

$$M_r = A_s \cdot \phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\begin{aligned} b_w &= 10.00 \text{ cm} \\ d &= 17.37 \text{ cm} \\ \Phi &= 0.90 \\ f'_c &= 210.00 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200.00 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tabla 23. Momentos resistentes

Apoyo	As- (cm ²)	a (cm)	Mr (Ton-m)
1	2.53 cm ²	5.96	1.38 Ton-m
2	2.53 cm ²	5.96	1.38 Ton-m
3	2.53 cm ²	5.96	1.38 Ton-m
4	2.53 cm ²	5.96	1.38 Ton-m
5	2.53 cm ²	5.96	1.38 Ton-m
6	2.53 cm ²	5.96	1.38 Ton-m

Fuente: Elaboración propia

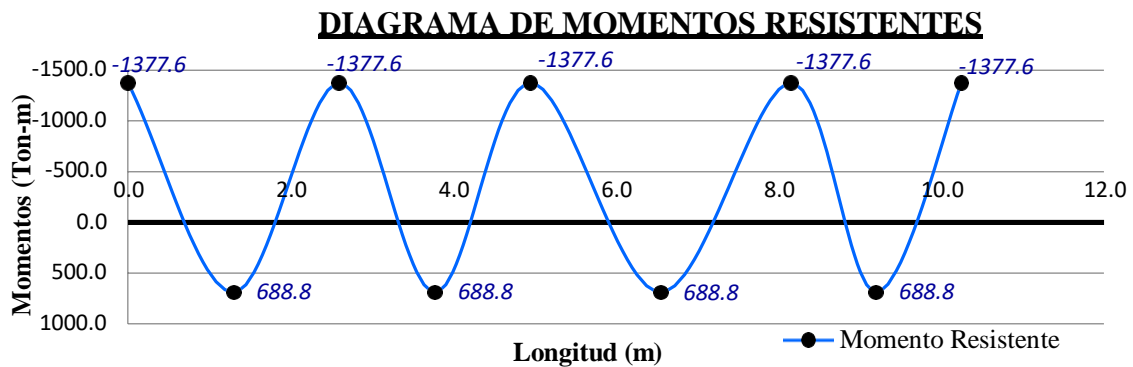


Figura 31. Diagrama de momento resistente

Cortante en los Apoyos

Haciendo uso de la fórmula siguiente hallamos los cortantes.

$$V_i = \frac{W_u \cdot l}{2} - \frac{M_i + M_j}{l}$$

$$\text{Carga última (Wu)} = 440.10 \text{ Kg/m}$$

Aplicando la fórmula de cortante se obtiene los siguientes cortantes:

V1' = -572.13 Kg.	V5 = -616.14 Kg.
V2 = 572.13 Kg.	V6 = 616.14 Kg.
V'2 = -517.12 Kg.	V'6 = -350.14 Kg.
V3 = 517.12 Kg.	V7 = 816.12 Kg.
V'3 = -704.16 Kg.	V'7 = -873.58 Kg.
V4 = 704.16 Kg.	V8 = 920.38 Kg.
V'4 = -704.16 Kg.	V'8 = -638.15 Kg.
V5 = 462.11 Kg.	V9 = 638.15 Kg.

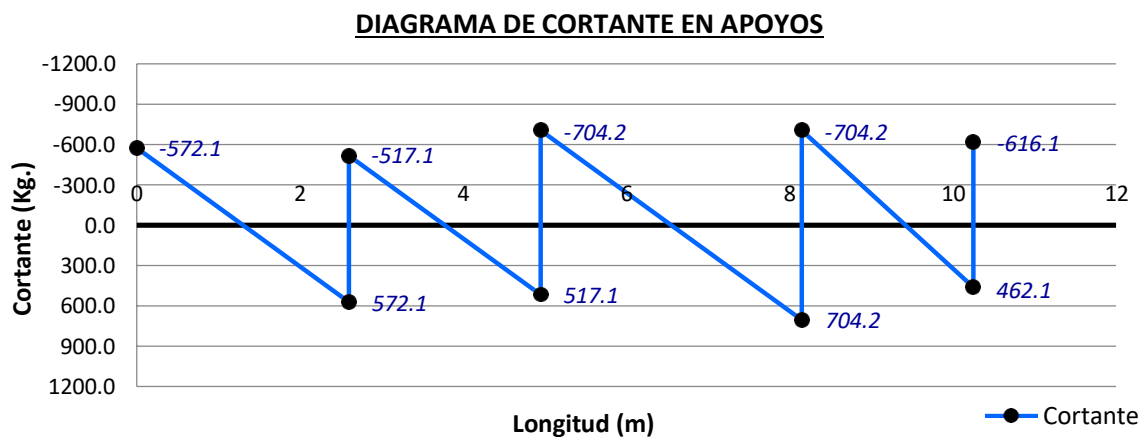


Figura 32. Diagrama de cortante

De acuerdo a la norma E.060 interpretamos lo siguiente mediante las formulas:

$$V_{ud} \leq \phi \cdot V_n$$

$$V_n = V_s + V_c \quad V_s = 0 \quad \phi \cdot V_n \leq \phi \cdot V_c$$

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad \phi = 0.85$$

Cortante tomado por el Concreto ($\phi \cdot V_c$):

$$\phi \cdot V_n = \phi \cdot V_c = 0.85$$

$$\phi \cdot V_c = 1133.7 \text{ Kg.}$$

Cortante (Vud):

Se toma en la sección crítica que está a una distancia “d” de la cara del apoyo de donde se encuentra el cortante máximo.

Cortante máximo (Vmax): 920.38 Kg.

$$V_{ud} = V_{max} - W_u \cdot (t/2 + d)$$

Vud = 788.9 Kg. < $\Phi \cdot V_c = 1133.7$ Kg.

Por lo tanto se determina que el concreto toma todo el cortante, por lo que el diseño de losa es correcto.

Verificación de la losa aligerada con peralte H=25cm

Se realizará un análisis estructural de la losa aligerada con un nuevo peralte para verificar sus deflexiones y su cortante. A continuación, se procederá a realizar el análisis

h =	0.25	m	Peralte de la losa
bw =	0.10	m	Ancho de vigueta
b =	0.40	m	Ancho de alas
t =	0.05	m	Espesor de alas

Metrado de cargas de losa

- **Carga muerta**

Peso las viguetas	0.035	m ²	*	2400	Kg/m ³ /b	=	210.00	Kg/m ²
Peso del Ladrillo t = (h - 5 cm)	=	0.15		m		=	91.80	Kg/m ²
Cielo raso =	0.020	m	*	2000	Kg/m ³	=	40.00	Kg/m ²
Contrapiso =	0.050	m	*	2000	Kg/m ³	=	100.00	Kg/m ²
Cerámico =	0.005	m	*	2000	Kg/m ³	=	10.00	Kg/m ²
Tabiquería							100.00	Kg/m ²
Equivalente						=		
							581.50	Kg/m²

- **Carga viva**

Sobrecarga (S/C) para	Vivienda	=	350.00	Kg/m ²
	Carga Viva	=	350.00	Kg/m²

Cargas últimas

Carga muerta última (Wcm) =	1.40	* CM	=	814.52	Kg/m ²
Carga viva última (Wcv) =	1.70	* CV	=	595.00	Kg/m ²

Cargas ultimas por viguetas

Carga muerta última (Wcm) =	742.28	Kg/m ²	*	0.40	m	=	325.8	Kg/m
Carga viva última (Wcv) =	595.00	Kg/m ²	*	0.40	m	=	238.0	Kg/m
Carga última (Wu)	=						563.8	Kg/m

Diagrama de Momentos

Momentos obtenidos con ETABS 2017

Tabla 24. *Diagrama de Momentos*

TRAMO	Luz (m)	M(-) Ton-m		M(+) Ton-m		M(-) Ton-m	
Tramo 1-2	2.60	M1	0.084	M10	0.272	M2	-0.346
Tramo 2-3	2.35	M2	-0.346	M11	0.222	M3	-0.130
Tramo 3-4	3.20	M3	-0.642	M12	0.412	M4	-0.241
Tramo 4-5	2.10	M4	-0.276	M13	0.178	M5	-0.104
Tramo 5-6	2.80	M5	-0.491	M14	0.316	M6	-0.184
Tramo 6-7	2.65	M6	-0.440	M15	0.283	M7	-0.165
Tramo 7-8	3.05	M7	-0.583	M16	0.375	M8	-0.219
Tramo 8-9	2.90	M8	-0.527	M17	0.339	M9	0.027

Fuente: Elaboración propia

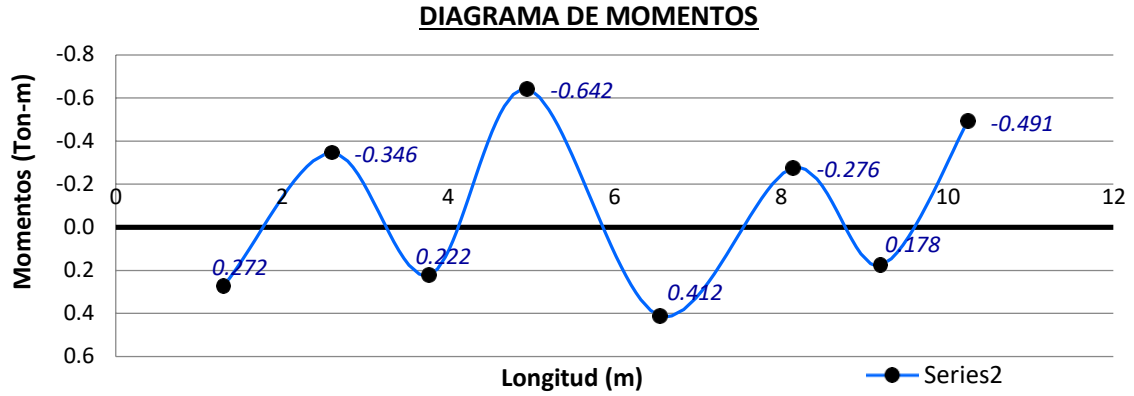


Figura 33. Diagrama de momentos

Momentos de diseño

Momentos Negativos - Apoyos (Ton-m)

M1 =	-0.091	M6 =	-0.440
M2 =	-0.346	M7 =	-0.583
M3 =	-0.642	M8 =	-0.527
M4 =	-0.276	M9 =	-0.113
M5 =	-0.491		

Momento Positivos - Centro (Ton-m)

M10 =	0.272	M14 =	0.316
M11 =	0.222	M15 =	0.283
M12 =	0.412	M16 =	0.375
M13 =	0.178	M17 =	0.339

Diseño a flexión

Datos para el diseño en acero

h =	Altura de Losa aligerada	25.00	cm
b =	Ancho de ala de viga T	40.00	cm
bw =	Ancho de alma de viga T	10.00	cm
t =	Espesor de alas de viga T	5.00	cm
r =	Recubrimiento	2.00	cm
f'c =	Resistencia a la compresión del concreto	210.0	Kg/cm ²
fy =	Resistencia a la fluencia del acero	4200.0	Kg/cm ²
β =	Factor de Whitney	0.85	
Φ =	Factor de reducción	0.90	
Φ =	Diámetro de acero longitudinal asumido	1/2 "	
d =	h - r - Φ/2 (Peralte efectivo)	22.37	cm

Acero mínimo

Cuantía mínima para cada vigueta:

$$\begin{array}{l}
 - \rho \text{ mín.} = 14/f_y = 0.0033 \\
 - \rho \text{ mín.} = \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} = 0.0026
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} - \rho \text{ mín.} = 14/f_y \\ - \rho \text{ mín.} = \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} \end{array}} \right\} \rho \text{ mín.} = 0.0033$$

Acero mínimo para cada vigueta:

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ min} &= \rho \text{ mín.} * b_w * d \\
 A_s \text{ min} &= \mathbf{0.746 \text{ cm}^2}
 \end{aligned}$$

Tabla 25. Verificación de acero mínimo

Cantidad	Φ	As (cm ²)	Verific.
0	3/8 "	0.00 cm ²	Ok!
3	1/2 "	3.80 cm ²	
Total		3.80 cm²	

Fuente: Elaboración propia

Acero máximo

$$\begin{aligned}
 - \rho \text{ balanceada} &= 0.723 \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6300}{6300 + f_y} \\
 \rho \text{ balanceada} &= 0.0217
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \rho \text{ máxima} &= 0.75 * \rho \text{ balanceada} \\
 \rho \text{ máxima} &= 0.016
 \end{aligned}$$

Acero máximo para cada vigueta:

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ max} &= \rho \text{ max} * b_w * d \\
 A_s \text{ max} &= \mathbf{3.638 \text{ cm}^2}
 \end{aligned}$$

Tabla 26. Verificación de acero máximo

Cantidad	Φ	As (cm ²)	Verific.
0	3/8 "	0.00 cm ²	Ok!
1	1/2 "	1.27 cm ²	
Total		1.27 cm²	

Fuente: Elaboración propia

Verificación por corte

Se debe verificar que el espesor de losa de concreto tome el cortante generado por las cargas actuantes, de lo contrario diseñar ensanches de viguetas por corte. Debe verificar que:

$$\phi \cdot V_c \geq V_{ud} \quad V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

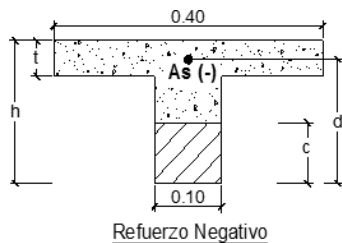
V_{ud}: Corte a una distancia “d” de la cara del apoyo

$$\phi = 0.85$$

V_c: Cortante tomado por el concreto

Determinación de los Momentos Resistentes

Para analizar por corte se utilizarán los momentos resistentes nominales negativos



$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b_w}$$

$$M_r = A_s \cdot \phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$b_w = 10.00 \text{ cm}$$

$$d = 22.37 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.90$$

$$f'_c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200.00 \text{ Kg/cm}^2$$

Tabla 27. Momentos resistentes

Apoyo	As- (cm ²)	a (cm)	Mr (Ton-m)
1	2.53 cm ²	5.96	1.86 Ton-m
2	2.53 cm ²	5.96	1.86 Ton-m
3	2.53 cm ²	5.96	1.86 Ton-m
4	2.53 cm ²	5.96	1.86 Ton-m
5	2.53 cm ²	5.96	1.86 Ton-m
6	2.53 cm ²	5.96	1.86 Ton-m

Fuente: Elaboración propia

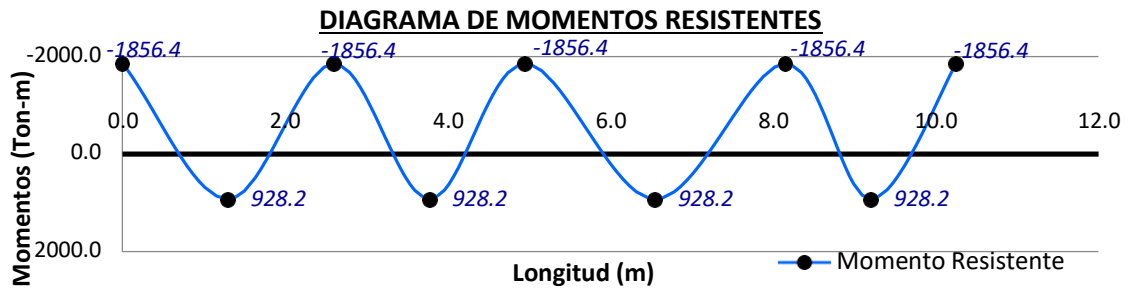


Figura 34. Diagrama de momento resistente

Cortante en los Apoyos

Haciendo uso de la fórmula siguiente hallamos los cortantes.

$$V_i = \frac{W_u l}{2} - \frac{M_i + M_j}{l}$$

Carga última (Wu) = 465.9 Kg/m

Aplicando la fórmula de cortante se obtiene los siguientes cortantes:

V1' = -605.67 Kg.	V5 = -652.26 Kg.
V2 = 605.67 Kg.	V6 = 652.26 Kg.
V'2 = -547.43 Kg.	V'6 = -293.98 Kg.
V3 = 547.43 Kg.	V7 = 940.65 Kg.
V'3 = -745.44 Kg.	V'7 = -710.50 Kg.
V4 = 745.44 Kg.	V8 = 1038.22 Kg.
V'4 = -745.44 Kg.	V'8 = -530.82 Kg.
V5 = 489.20 Kg.	V9 = 820.29 Kg.

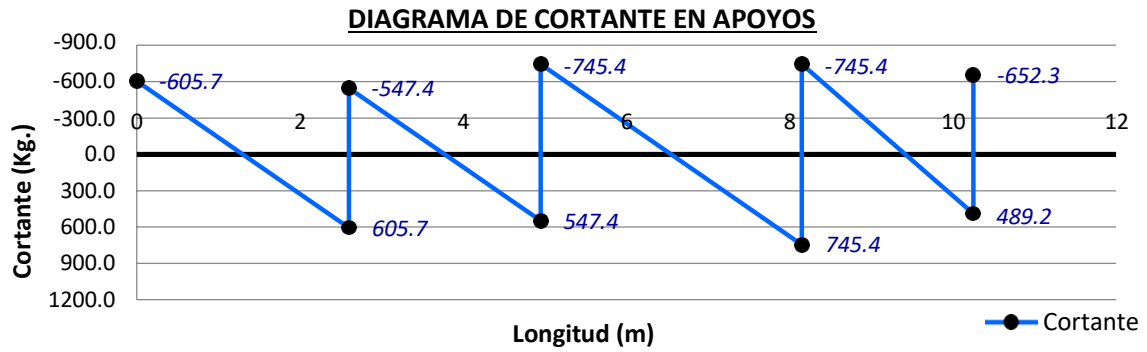


Figura 35. Diagrama de cortante

De acuerdo a la norma E.060 interpretamos lo siguiente mediante las formulas:

$$V_{ud} \leq \phi \cdot V_n$$

$$V_n = V_s + V_c \quad V_s = 0 \quad \phi \cdot V_n \leq \phi \cdot V_c$$

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad \phi = 0.85$$

Cortante tomado por el Concreto ($\phi \cdot V_c$):

$$\phi \cdot V_n = \phi \cdot V_c = 0.85$$

$$\phi \cdot V_c = 1460.1 \text{ Kg.}$$

Cortante (V_{ud}):

Se toma en la sección crítica que está a una distancia “d” de la cara del apoyo de donde se encuentra el cortante máximo.

$$\text{Cortante máximo (Vmax): } 745.44 \text{ Kg.}$$

$$V_{ud} = V_{max} - W_u \cdot (t/2 + d)$$

$$V_{ud} = 853.0 \text{ Kg.} < \phi \cdot V_c = 1460.1 \text{ Kg.}$$

Por lo tanto se determina que el concreto toma todo el cortante, por lo que el diseño de losa es correcto.

Tabla 28. Resumen de resultados

				Variación de resultados del diseño		Relación de resultados del diseño		Condición			
Peralte mínimo de la losa aligerada	Predimensionamiento	Peralte Mínimo		h = 20.00 cm	h = 25.00 cm	$\Delta h = 5.00$ cm	h=20.00 cm	h = 25.00 cm	h = 20.00 cm	h = 25.00 cm	
		Peso de losa aligerada (carga última)		Wu = 534.9 kg/m	Wu = 563.8 kg/m	$\Delta wu = 28.9$					
		Diseño a flexión	Momento Positivo	As+ = 2.00 cm ² # Varillas = 2 Φ 1/2"	As+ = 2.00 cm ² # Varillas = 2 Φ 1/2"	$\Delta As+ = 0.00$ cm ² $\Delta \#V = 0 \Phi$ 1/2"				OK!	OK!
			Momento Negativo	As- = 2.00 cm ² # Varillas = 2 Φ 1/2"	As- = 2.00 cm ² # Varillas = 2 Φ 1/2"	$\Delta As- = 0.00$ cm ² $\Delta \#V = 0 \Phi$ 1/2"				OK!	OK!
			Peralte efectivo	d = 17.37 cm	d = 22.37 cm	$\Delta d = 5.00$ cm					
		Verificación por corte	Cortante nominal	Vud = 572.70 Kg	Vud = 583.00 Kg	$\Delta Vud = 10.30$ Kg	Vud/ $\Phi^*Vc =$	Vud/ $\Phi^*Vc =$	El diseño está conforme	El diseño está conforme	
	Cortante resistente		$\Phi^*Vc = 1133.70$ Kg	$\Phi^*Vc = 1460.00$ Kg	$\Delta \Phi^*Vc = 326.30$ Kg	0.505	0.399				
	Modo de vibración		Tm1 = 0.556 seg Tm2 = 0.299 seg Tm3 = 0.206 seg	Tm1 = 0.583 seg Tm2 = 0.315 seg Tm3 = 0.229 seg	$\Delta Tm1 = 0.03$ seg $\Delta Tm2 = 0.02$ seg $\Delta Tm3 = 0.02$ seg						
	Análisis estático no lineal Pushover	Espectro de respuesta	Cortante estático	Vex = 157.03 Tn Vey = 418.74 Tn	Vex = 196.24 Tn Vey = 523.31 Tn	$\Delta Vex = 39.21$ Tn $\Delta Vey = 104.57$ Tn	Dirección X Ve/Vs =	Dirección Y Ve/Vs =	Se requiere amplificar el diseño espectral	Se requiere amplificar el diseño espectral	
			Cortante espectral	Vsx = 147.70 Tn Vsy = 413.47 Tn	Vsx = 147.70 Tn Vsy = 413.47 Tn		1.065	1.266			
		Derivas de entrepiso	Distorsión máxima	$\delta x = 0.01000$ $\delta y = 0.00079$	$\delta x = 0.01200$ $\delta y = 0.00098$	$\Delta \delta x = 0.00200$ $\Delta \delta y = 0.00019$			No cumple con las derivas de entrepisos	No cumple con las derivas de	
			Desplazamiento espectral	$\Delta sx = 12.42$ cm $\Delta sy = 1.60$ cm	$\Delta sx = 13.11$ cm $\Delta sy = 1.90$ cm	$\Delta \Delta sx = 0.69$ cm $\Delta \Delta sy = 0.30$ cm			Cumple con las derivas de entrepisos	Cumple con las derivas de	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28 resaltamos los resultados se detalla que al trabajar con un peralte más alto su peso aumentaría esto hace variar bastante en el modelamiento sus resultados. Lo que es importante considerar que esto implica bastante en la vulnerabilidad sísmica.

3.10. Contratación de Hipótesis

Para poder realizar la contratación de hipótesis en el presente proyecto de investigación, se comprobó que las variables, tanto independiente como dependiente, no cuentan con una distribución normal.

Hipótesis General

Considerando los resultados obtenidos y respecto a la H_0 , esta se niega y se asevera la H_i , llegando a la conclusión que el peralte mínimo obtenido de la losa aligerada presenta una vulnerabilidad sísmica en la vivienda multifamiliar.

Teniendo en consideración, que el peralte mínimo como la vulnerabilidad sísmica guardan relación. Por el hecho que, los aspectos geométricos de la losa como la dimensión del peralte mínimo no tienen un comportamiento estructural adecuado según las bases establecidas en RNE E.060 y E.030, generando así una media vulnerabilidad baja en la losa y la edificación según detallado en los resultados.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

Hipótesis Especifica N°1

Considerando la obtención de los resultados con respecto a la H_0 , esta se anula, generando así la aprobación de la H_i , concluyendo que los aspectos geométricos presentan una vulnerabilidad sísmica en una vivienda multifamiliar.

Teniendo en consideración que los aspectos geométricos y el análisis de la vulnerabilidad sísmica guardan relación, debido a que, teniendo que los indicadores del aspecto geométrico fue la configuración en planta, la configuración en elevación y la separación máxima en los muros se analizó la vivienda multifamiliar ubicada en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima, y así se pudo determinar que tiene una alta vulnerabilidad si este fuera el único aspecto a considerar debido a que el indicador configuración en planta obtuvo un valor de “ $K_i D = 45$ ”, el indicador separación máxima entre muros obtuvo un valor de “ $K_i C = 25$ ”, mientras que en la configuración el valor fue “ $K_i A = 0$ ”, a pesar de que este último obtuvo un valor nulo los otros influyen bastante en el nivel de vulnerabilidad.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

Hipótesis Especifica N°2

Considerando la obtención de los resultados con respecto a la H_0 , esta se anula, generando así la aprobación de la H_i , concluyendo que los aspectos constructivos presentan una vulnerabilidad sísmica en una vivienda multifamiliar.

Teniendo en consideración que los aspectos constructivos y el análisis de la vulnerabilidad sísmica guardan relación, debido a que, teniendo como indicadores del aspecto constructivo a la calidad del sistema resistente y al estado de conservación se analizó la vivienda multifamiliar ubicada en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima, de manera que determinamos que en este aspecto tiene una vulnerabilidad baja si este fuera el único aspecto a considerar debido a que el indicador calidad del sistema resistente obtuvo un valor de " $K_i A = 0$ " y el indicador estado de conservación obtuvo un valor de " $K_i A = 0$ ", esto es bueno porque disminuyen el riesgo que podría ocurrir ante un evento sísmico.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

Hipótesis Especifica N°3

Considerando la obtención de los resultados con respecto a la H_0 , esta se anula, generando así la aprobación de la H_i , concluyendo que los aspectos estructurales presentan una vulnerabilidad sísmica en una vivienda multifamiliar.

Teniendo en consideración que los aspectos estructurales y el análisis de la vulnerabilidad sísmica guardan relación, debido a que, los indicadores del aspecto estructural: la organización del sistema resistente, diafragma horizontales, elementos no estructurales, resistencia convencional y también se consideró la posición del edificio y cimentación se analizó la vivienda multifamiliar ubicada en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima, determinando que tiene una media vulnerabilidad-baja, si este fuera el único aspecto a considerar debido a que todos los indicadores anteriormente mencionados excepto los diafragmas horizontales que obtuvieron " $K_i A = 45$ ", y la organización del sistema resistente obtuvo un resultado de " $K_i B = 5$ " lo cual a pesar de que un valor es alto la influencia que generara en el aspecto estructural indica que tuvo aspecto técnicos al momento de diseñar la estructura.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

IV. DISCUSIONES

Discusión 1

El resultado general según los objetivos mostrados es: con respecto al peralte mínimo de losa aligerada de una vivienda multifamiliar, se consideró una luz mayor de $L_n=5.10\text{m}$ y se predimensionó un peralte mínimo de $H=0.20\text{m}$, luego se diseñó por flexión de una viga rectangular para momento positivo con un área de refuerzo de $A_s^+=2.53\text{cm}^2$ y una cantidad de 2 varillas de $\Phi 1/2''$, y para momento negativo con un área de refuerzo de $A_s^-=0.13\text{cm}^2$ y una cantidad de 2 varillas de $\Phi 1/2''$, asimismo se diseñó por corte para momentos resistentes y en los apoyos con una cortante a una distancia $d=17.37$ de la cara del apoyo de $V_{ud}=788.9\text{ Kg}$ y una fuerza cortante resistente del concreto de $\Phi \cdot V_c=1133.7\text{ Kg}$, lo cual cumple con los criterios establecidos de diseño ($V_{ud}<\Phi \cdot V_c$) según norma E.060 y se concluye que el concreto toma todo el cortante de diseño del concreto.

Además, con respecto a su análisis estático no lineal, se obtuvieron resultados con un modo de vibración de $T_{m1}=0.556\text{seg.}$, un modo de vibración de $T_{m2}=0.299\text{seg}$ y un modo de vibración de $T_{m3}=0.206\text{seg}$, así como en dirección X se obtuvo un cortante estático de $V_e=157.03\text{Tn}$ y un cortante espectral de $V_s=147.70\text{Tn}$ asimismo en dirección Y se determinó un cortante estático de $V_e=418.74\text{Tn}$ y un cortante espectral de $V_s=413.47\text{Tn}$, donde estos resultaron relaciones de cortantes de $V_e/V_s=1.06>1.00$ y $V_e/V_s=1.01>1.00$ respectivamente para ambas direcciones y ambos se requieren amplificar el diseño espectral.

Una curva de capacidad con una distorsión máxima de la vivienda multifamiliar en dirección X-X de 0.01 y para la dirección Y-Y de 0.00079 lo que están conforme a la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente" y son menores a 0.007 para concreto armado y 0.005 para albañilería confinada, por lo que los desplazamientos en dirección X resulta 12.42 cm., en dirección Y equivale a 1.60 cm. y, por ende, ambas direcciones X e Y sí exceden los límites para la distorsión del entrepiso tal como se indicó en dicha norma; y los espectros de respuesta que varían las aceleraciones espectrales en dirección X entre 0 y 1.93 m/seg^2 con un periodo entre 0 y 3.00 seg, así como las aceleraciones espectrales en dirección Y entre 0 y 5.15 m/seg^2 con un periodo entre 0 y 3.00 seg. Por lo general, el peralte mínimo de losa aligerada cumple con los criterios de diseño ya establecidos anteriormente según la norma E.030 "Concreto Armado" y la norma E.060 "Diseño

Sismorresistente”, excepto en las derivas de entrepiso donde se realizó el análisis inelástico de la curva de capacidad de la vivienda multifamiliar que no cumplen con estándares límites de 0.007 para concreto armado y 0.005 para albañilería confinada, por lo que estos conllevarían a las rotulas y fallas que se ubican en los elementos estructurales de dicha vivienda. Con respecto a su vulnerabilidad sísmica, la mayoría de los aspectos mencionados con anterioridad cumplen con la mayoría de los requerimientos importantes de resistir perjuicio durante un evento sísmico, excepto en los diagramas horizontales, lo cual se concretó que la vivienda multifamiliar no presentó una buena unión entre muros con la Norma E.030 y se calificó como parámetro “D”, por lo que, en la vida real, esta conllevaría a un colapso estructural en su total.

Discusión 2

1° Los resultados mostrados según el objetivo 1 son: Primeramente, se consideró que la configuración en planta del lado izquierdo de la vivienda multifamiliar está de un mismo bloque de $L_{\text{izquierda}}=24.40\text{m}$ y $a=4.90\text{m}$ y el lado derecho de la misma manera pero con una longitud menor de $L_{\text{derecha}}=23.00\text{m}$ y $b=3.10\text{m}$, y se determinó las siguientes relaciones de estructuras rectangulares, tales como $a/L=0.2008$ y $b/L=0.1348$, los cuales cumplen con los rangos establecidos de $a/L < 0.4000$ con el parámetro de evaluación “B” y $0.1000 < b/L \leq 0.2000$ con el parámetro de evaluación “D” respectivamente, por ende, se eligió la calificación más baja tal como es el parámetro más bajo de evaluación “D”. Después, se relacionó la separación máxima entre muros con un espesor de $S=0.25\text{m}$ y una longitud de $L=4.70\text{m}$ y se determinó un parámetro de $L/S=18.8$, donde esta relación obtenida se encuentra en un rango permitido ($18 \leq L/S < 25$) y está clasificado como parámetro “D”. Finalmente, se consideró el peso de la vivienda multifamiliar de $P=125.181\text{Ton}$ y una masa del nivel inferior por cada piso de $M=121.42\text{Ton}$ y se determinó una relación de masa de $\pm\Delta M/M=-3.00\%$, donde esta relación obtenida está por debajo del rango permitido ($\pm\Delta M/M < 10\%$) y se calificó como parámetro “A” ya que este verdaderamente presenta una disminución de la masa.

2° En comparación de los resultados con los antecedentes nacionales e internacionales son los siguientes:

Se logró realizar realizó la comparación de los resultados obtenidos en otras investigaciones de diferentes autores que han aplicado esta metodología, y que fueron plasmadas en la siguiente tabla:

Tabla 29. Niveles de vulnerabilidad sísmica según investigaciones realizadas

AUTORES	Laucata (2013)	Marín (2014)	Castro (2015)	González (2017)	Pecori (2018)	Abad (2019)
ALTA	83%	41.76%	0%	70%	0%	0%
MEDIA	35%	0%	20.50%	0%	46%	0%
BAJA	7%	20%	75%	0%	26%	23%
	Viviendas informales	2 Pabellones	Edificaciones concreto armado	1 Edificio	2 Edificaciones	1 vivienda multifamiliar

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla 29 se puede denotar que, en los resultados obtenidos por los autores Laucata, Marín, Castro, Gonzales y Pecori, siendo estos mencionados en los antecedentes, que el valor obtenido es similar a lo de otros autores con respecto a la baja vulnerabilidad y esto se debe específicamente a que tal vez se tuvo mucho cuidado en los aspectos en el sistema de albañilería confinada. Si se hace una comparación con cada autor directamente se tiene que: con el autor Laucata, se tiene una mayor similitud en el aspecto de vulnerabilidad baja. Por lo obtenido, en esta investigación se plantea reafirmar el nivel de vulnerabilidad de manera dinámica en ETABS a una vivienda multifamiliar cuyo nivel de vulnerabilidad fue baja y así corroborar la vulnerabilidad de la vivienda. Así mismo, se propone un mantenimiento adecuado de manera que aumente la vida útil.

3° Como se puede observar, los resultados son semejantes con los resultados de los antecedentes; por consiguiente, se concluye manifestando que el objetivo fue logrado, ya que, por lo general, la configuración en planta cumple con los parámetros establecidos (Parámetro “B”: $a/L < 0.4000$ y Parámetro “D”: $0.1000 < b/L \leq 0.2000$); la separación máxima entre muros está en un rango establecido (Parámetro “D”: $18 \leq L/S < 25$); y la configuración en altura se encuentra dentro del rango permitido de (Parámetro “A”: $\pm \Delta M/M < 10\%$).

Discusión 3

1° Los resultados mostrados según el objetivo 2 son: Primero, con respecto a la calidad del sistema resistente, se evaluó la calidad de los materiales (ladrillos, concreto y acero), ya que en el mercado hay una gran variedad de materiales usados en la construcción y el tipo de ladrillo es de una buena calidad, asimismo los fierros corrugados que se ven en las columnas en el último piso son de una calidad excelente, por lo tanto, se calificó como “A” y esto se debe a que la vivienda multifamiliar es nueva, así como se observa una buena calidad el mortero y la albañilería se ve en un buen estado por lo que permitirá hacer un buen comportamiento estructural. Además, con relación al estado de conservación, se determinó en las condiciones en que se encuentra la edificación de acuerdo al aspecto de patologías que pueda presentar la vivienda multifamiliar, por lo que la vivienda multifamiliar es una edificación nueva y no se encuentra en malas condiciones, por tal motivo este parámetro se clasificó como “A”.

2° En comparación de los resultados con los antecedentes nacionales e internacionales son los siguientes: Por otro lado, los resultados que se obtuvieron en la presente investigación reafirman lo manifestado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Javier Piqué del Pozo, indica que: "El porcentaje de viviendas informales es muy alta y se estima que es del 70%. Esas necesitan supervisión porque se pueden reforzar ya que el sismo no viene mañana. Finalmente se indica que el autoconstrucción no es un problema que se acabara, por lo que en la presente investigación se recomendara un reforzamiento de vivienda con este sistema, a fin de minimizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas y fomentar más investigaciones como la presente tesis. Y es por ello que en nuestra vivienda analizada se obtuvo una vulnerabilidad baja debido a que se contó con un profesional con los criterios correspondiente a cada área de diseño.

3° Como se puede observar, los resultados son semejantes con los resultados de los antecedentes; por consiguiente, se concluye manifestando que el objetivo fue logrado, puesto que, con respecto a la calidad del sistema resistente, se calificó como parámetro “A” debido a que la vivienda multifamiliar es nueva con una buena calidad de mortero y con un buen estado de albañilería con el fin de hacer un buen comportamiento estructural; y con relación al estado de conservación, se clasificó como parámetro “A” debido a que la vivienda multifamiliar es una edificación nueva y no se encuentra en malas condiciones.

Discusión 4

1° Los resultados mostrados según el objetivo 3 son: Primeramente, con respecto a la organización del sistema resistente, se evaluó la calidad del proceso constructivo con los efectivos muros en su uso correcto de acuerdo a la Norma de E-030 “Diseño Sismorresistente”, lo que las columnetas de amarre en muros y parapetos no inducen algún incidente en el último piso; por lo tanto, en la vivienda multifamiliar se encuentran con vigas soleras en la mayoría de los muros y en otras partes de la estructura no presentan; también, los ladrillos KK establecen con el diseño para soportar cargas, por lo tanto, este parámetro cualitativo se evaluó como “B”. Luego, con relación a los diagramas horizontales, se consideró la distancia de desniveles, ya que su abertura del diafragma debe ser menos de 30% y ser eficaz entre la unión del muro y diafragma para que este cumpla con lo determinado tal como el indicador A; pero como se observó en campo, se determinó que la vivienda multifamiliar no presentó una buena unión entre muros con la Norma E.030 y se calificó como parámetro “D”.

Después, en los elementos no estructurales, se consideró todo aquello que no cumplía ninguna función estructural, tales como los muros no portantes, entre otros; pero se observó que la vivienda multifamiliar presenta una buena cantidad de elementos no estructurales y su peso es un poco relevante a la edificación, por lo que se calificó como parámetro “B”. Seguidamente, de acuerdo a la posición del edificio y cimentación, se consideró el lugar donde se encuentra ubicado la vivienda multifamiliar y se describió el tipo de pendiente del terreno donde se ha construido; pero la vivienda multifamiliar está edificada en un terreno homogéneo y en un suelo estable con una pendiente transversal, representando así que el terreno es plano y no está afectada por ningún terraplén; por lo tanto se calificó como parámetro “A”.

Finalmente, con respecto a la resistencia convencional, se consideraron un área resistente en sentido del sismo X de $A_x=31.8945m^2$, un esfuerzo cortante del ladrillo de $30ton/m^2$, un factor de zona sísmica de $Z=0.45$, un factor de uso de $U=1.0$, un factor de amplificación sísmica de $C=2.5$, un factor de amplificación sísmica de $S=1.05$, un factor de reducción de $R=3.0$ para sismo severo y una carga total de la estructura de $P=609.97Tn$ según el metrado de la edificación, para luego determinar un esfuerzo actuante de $V_A=228.74Ton$ un esfuerzo resistente de $V_R=956.835Ton$ y; por ende, una relación de resistencia convencional de

$F_s=4.18$ donde se encuentra dentro del rango establecido ($F_s \geq 1.0$) y el valor del parámetro será clasificado como “A”.

2° En comparación de los resultados con los antecedentes nacionales e internacionales son los siguientes: Es de vital importancia lograr tener los parámetros bien controlados y para esto debemos contar con la información necesaria al momento de diseñar una edificación dependiendo el tipo de zonas en donde encuentran expuestas ante eventos naturales y les afecte directamente en su magnitud es por ellos que la recolección de información actualizada es importante. Para ello se debe contar con un profesional que pueda realizar los estudios correspondientes porque cada zona tiene características diferentes por el cual la informalidad traería más pérdidas que ahorro a un largo plazo.

3° Como se puede observar, los resultados son semejantes con los resultados de los antecedentes; por consiguiente, se concluye manifestando que el objetivo fue logrado, ya que, con respecto a la organización del sistema resistente, se determinó que la vivienda multifamiliar se encuentran con vigas soleras en la mayoría de los muros y en otros partes de la estructura no presentan y los ladrillos KK establecen con el diseño para soportar cargas, por lo que este parámetro cualitativo se evaluó como “B”; con relación a los diagramas horizontales, se determinó que la vivienda multifamiliar no presentó una buena unión entre muros con la Norma E.030 y se calificó como parámetro “D”; en los elementos no estructurales, se observó que la vivienda multifamiliar presenta una buena cantidad de elementos no estructurales y su peso es un poco relevante a la edificación, por lo que se calificó como parámetro “B”; de acuerdo a la posición del edificio y cimentación, se concretó que la vivienda multifamiliar está edificada en un terreno homogéneo y en un suelo estable con una pendiente transversal, donde representa que el terreno es plano y no está afectada por ningún terraplén; por lo que se calificó como parámetro “A”. Finalmente, con respecto a la resistencia convencional, se consideraron principalmente que, con un área resistente en sentido del sismo X de $A_x=31.8945m^2$, un esfuerzo cortante del ladrillo de $30ton/m^2$ y una carga total de la estructura de $P=609.97Tn$ según el metrado de la edificación, pudo determinar un esfuerzo actuante de $V_A=228.74Ton$ un esfuerzo resistente de $V_R=956.835Ton$ y; por ende, una relación de resistencia convencional de $F_s=4.18$ lo cual está dentro del rango permitido ($F_s \geq 1.0$) y el valor del parámetro estará clasificado como “A”.

V. CONCLUSIONES

1. Se logró determinar que el peralte mínimo de la losa aligera de la vivienda multifamiliar ubicada en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima, tiene una vulnerabilidad baja a pesar de no tener un buen aspecto geométrico, esto se debe a que la estructura sí tiene un buen diseño en el aspecto estructural y un buen manejo en el aspecto constructivo. A la vez, se comparó dos espesores en la tabla 29 donde se obtiene los resultados del modelamiento para ambos espesores donde se observa que sí tiene bastantes variaciones en los resultados y lo que implica en la variación es el peso, la rigidez y el acero de la losa aligerada esto influye en la vulnerabilidad ya que esto hace variar bastante en el modelamiento. También, que los desplazamientos ocurridos en la dirección Y-Y, para los niveles de excitación sísmica que demanda la Norma Sismorresistente, **son adecuados** según los lineamientos establecidos por la misma y los desplazamientos ocurridos en la dirección X-X, para los niveles de excitación sísmica que demanda la Norma Sismorresistente, **NO son adecuados** según los lineamientos establecidos por la misma.

2. Teniendo que los indicadores del aspecto geométrico fue la configuración en planta, la configuración en elevación y la separación máxima en los muros se analizó la vivienda multifamiliar ubicada en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima, y así se pudo determinar que tiene una alta vulnerabilidad si este fuera el único aspecto a considerar según la figura 9 debido a que el indicador configuración en planta obtuvo un valor de “ $K_i D = 45$ ”, el indicador separación máxima entre muros obtuvo un valor de “ $K_i C = 25$ ”, mientras que en la configuración el valor fue “ $K_i A = 0$ ”, a pesar de que este último obtuvo un valor nulo los otros influyen bastante en el nivel de vulnerabilidad.

3. Teniendo como indicadores del aspecto constructivo a la calidad del sistema resistente y al estado de conservación se analizó la vivienda multifamiliar ubicada en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima, de manera que determinamos que en este aspecto tiene una vulnerabilidad baja según figura 9 si este fuera el único aspecto a considerar debido a que el indicador calidad del sistema resistente obtuvo un valor de “ $K_i A = 0$ ” y el indicador estado de conservación obtuvo un valor de “ $K_i A = 0$ ”, esto es bueno porque disminuyen el riesgo que podría ocurrir ante un evento sísmico.

4. Según los indicadores del aspecto estructural: la organización del sistema resistente ,diafragma horizontales, elementos no estructurales, resistencia convencional y también se consideró la posición del edificio y cimentación se analizó la vivienda multifamiliar ubicada en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima, determinando que tiene una media vulnerabilidad-baja, según figura 9 si este fuera el único aspecto a considerar debido a que todos los indicadores anteriormente mencionados excepto los diafragmas horizontales que obtuvieron “ $K_i A = 45$ ”, y la organización del sistema resistente obtuvo un resultado de “ $K_i B = 5$ ” lo cual a pesar de que un valor es alto la influencia que generara en el aspecto estructural indica que tuvo aspecto técnicos al momento de diseñar la estructura.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que cuando se diseñe el peralte mínimo de la losa aligera de la vivienda multifamiliar no sea para grandes luces debido a que esto aumentaría el nivel de vulnerabilidad, también es bueno darle importancia a cada aspecto de manera equitativa, sin embargo, una manera de mejorar el aspecto geométrico es lograr tener una simetría en planta. Además, se recomienda que todas las estructuras, incluyendo la vivienda multifamiliar San Martín, deben contar con estudios adecuados para su concepción y darle un refuerzo a aquellas vigas o losas que han fallado o tiendan a fallarse para aumentarle su capacidad a flexión, con el fin de proyectar estructuras resistentes en el tiempo y adecuados para el uso que se les destinará, debiendo estar en un buen estado por todo su periodo de vida útil; por ende, es recomendable promover el desarrollo de estudios a nivel detallado de vulnerabilidad sísmica de viviendas y edificios importantes en el Perú y que evidencien un desempeño sísmico inadecuado.
2. Se recomienda que la configuración en planta sea simetría debido a que de esta manera se lograría una mejor distribución de las cargas transmitidas por las losas equitativamente, mientras que si las luces no son de gran longitud las deflexiones en las losas aligeradas no serían excesivas, logrando disminuir la vulnerabilidad. No obstante tener simetría en la configuración de elevación lograría un mejor comportamiento al momento de un evento sísmico.
3. Se recomienda que en la calidad del sistema resistente se tenga cuidado porque cada material tiene una función en el proceso constructivo y por otro lado pueden perder sus propiedades físicas y químicas por el mal cuidado a este indicador se le conoce como el de estado de conservación, al variar sus propiedades afecta la vulnerabilidad de la estructura de manera negativa por ello es que se especifica que siempre se debe tener que supervisar los materiales antes de utilizarlos en la construcción.
4. Se recomienda que los elementos no estructurales sean capaces de soportar un evento sísmico debido a que al fallar estos elementos podrían ocasionar accidentes a los habitantes, mientras que también sería bueno que el diafragma sea rígido para que toda la losa funcione como una sola, por otro lado, cada elemento debe tener una buena ductilidad, y la distribución de cimientos debe tener como principal función poder evitar asentamientos diferenciales, se debe analizar para resistir diferentes tipos de cargas dinámicas y estáticas para asegurar que los elementos estructurales logren tener un buen comportamiento ante un evento sísmico.

REFERENCIAS

- ALVA, Julio. Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en laderas de la urbanización Tahuantinsuyo del distrito de Independencia, Lima. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2016. Disponible en: http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10571/T055_47608951_T.pd?sequence=1&isAllowed=y
- Artículo 11, 2018, [10 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.arquitectura21.com/2011/07/la-calidad-de-los-materiales-de-construccion.html>.
- C. Dya, Adrián y C.Oreteaa, Andrés .Seismic vulnerability assessment of soft story irregular buildings using pushover analysis. 125 (2015) 925 – 932. Disponible en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>. ISSN: 2521- 5518
- CABALLERO, R. (2007). Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica por Medio del Método del Índice de Vulnerabilidad en las Estructuras Ubicadas en el Centro Histórico de la Ciudad de Sincelejo, Utilizando la Tecnología del Sistema de Información Geográfica. Tesis de Maestría. Sincelejo: Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil Fundación Universidad del Norte.
- CAIZA, Marco y GONZÁLEZ, Claudio. Análisis de vulnerabilidad y propuesta de reforzamiento sísmico de estructuras antiguas mixtas de hormigón – madera. aplicación al caso de unidad educativa Juan Montalvo en Sangolquí. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2018. Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12309>
- CÁRDENAS, Paola y TALMATCH, Valeria. Comparación técnica de estructuras metálicas, analizadas mediante el método lineal de segundo orden y análisis estático no lineal (pushover). Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 2016. Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12309>
- CARDONA, Omar. Estimación del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos). Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, 2001. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Omar_Cardona/publication/277163871_Estimaci

on_holistica_del_riesgo_sismico_utilizando_sistemas_dinamicos_complejos/links/57b28ddc08ae15c76cbb40a3/Estimacion-holistica-del-riesgo-sismico-utilizando-sistemas-dinamicos-complejos.pdf

- CARRASCO, S “Metodología de la investigación científica” 5ta Edición: Editorial: San marcos. (2012).
- CASTRO Ortega, Deyvi. Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de jauja-junin. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2916>
- D.D Ayala. Assessing the seismic vulnerability of masonry buildings. 12 December 2013. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/257930977>
- E. Lumantarna, N. Lam, H.H. Tsang, J. Wilson, E. Gad and H. Goldsworthy. Review of methodologies for seismic vulnerability assessment of buildings. Nov.21-23, 2014. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/c85e/0810719694d5eb87a7787bb66c4072242f12.pdf>
- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de aulas de la facultad de ingeniería de la universidad central del ecuador, utilizando la norma ecuatoriana de la construcción (nec-se-re, 2015). Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Quito: Universidad central de Ecuador, 2017. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9608>
- FERNANDEZ, Alan y PARRAGA, Cintia. Vulnerabilidad Sísmica de centros educativos de Huancayo Metropolitano. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2013. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/439>
- GONZÁLES, Frank. vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad nacional de Cajamarca. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad nacional de Cajamarca, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1026>
- HERNÁNDEZ, Miguel. Vulnerabilidad sísmica de edificios del campus Mocambo de la universidad veracruzana. Tesis (maestro en ingeniería aplicada). Voca del Rio de la cruz: Universidad Veracruzana, 2016. Disponible en <https://mail.google.com/mail/u/0/#sent/FFNDWLvxHHkfNIGTTPJhJRggwFrsZBzp?projector=1&messagePartId=0.2>

- HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación [En línea]. México D.F.: MC Graw Hill Education, 2010 [fecha de consulta: 19 de mayo del 2018]. Disponible en: <https://metodologiasdelainvestigacion.files.wordpress.com/2017/01/metodologia-investigacion-hernandez-sampieri.pdf>
- HERNÁNDEZ, Sampieri, FERNÁNDEZ, Roberto, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación- 6ta Edición
- HERNÁNDEZ, Vélez “Análisis no lineal estático “PUSHUVER” base teórico y aplicación usando el programa ETABS”. (2010).
- IOANA OLTEANU, Alex H. Barbat and Mihai Budescu. Vulnerability assessment of reinforced concrete framed structures considering the effect of structural characteristics. 9 (2015) 321 – 329. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/28216>
- KUROIWA P. Manual para la Reducción del riesgo sísmico de viviendas en el Perú, (Ed) MVCS Lima-Perú, 2002.
- LAUCATA, Johan. Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. Disponible en http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4967/laucata_johan_analisis_vulnerabilidad_sismica_viviendas_informales_ciudad_trujillo.pdf?sequence=1
- LLANOS, L y VIDAL, L. Evaluación de la Vulnerabilidad sísmica de escuelas públicas de Cali: Una propuesta metodológica. Cali: Universidad del valle. Escuela de ingeniería Civil y Geomática, 2003.
- M. Fava, M. Munari, F. da Porto & C. Modena. Seismic vulnerability assessment of existing masonry buildings by nonlinear static analyses and fragility curves. June 2016. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/305640303>. ISBN 978-1-138-02999-6
- MARÍN Marín, Fredy. Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones 1 y 2 de la i.e. estatal ramón castilla y marquesado del distrito de Jaén- Cajamarca.
- MARTÍNEZ Cuevas, Sandra. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. aplicado a la ciudad de Lorca, región de Murcia. Tesis doctoral. España. Universidad Politécnica de Madrid, 2014. Disponible en: http://redgeomatica.rediris.es/redlatingeo/2014/SANDRA_MARTINEZ_CUEVAS.pdf

- MINOR, Oscar. Consideraciones sobre la metodología propuesta por las normas técnicas complementarias del reglamento de construcciones para el distrito federal 2004 para el análisis y diseño de losas planas aligeradas. Tesina (Para optar el grado de especialistas en estructuras). México: Universidad nacional autónoma de México, 2014. Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6926/Tesina.pdf?sequence=1>
- MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA. Plan de Prevención y Reducción de riesgos de desastres lima metropolitana, 2015-2018. Disponible en <https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#sent/QgrcJHsTgsNhmmvBGwFbHtXCkjjWPMWtDSI?projector=1&messagePartId=0.3>
- NTE-0.30. 2018. Normas Técnicas de Edificaciones E0.30- Diseño sismorresistente. Lima: s.n., 2018.
- NTE-0.70. 2006. Norma Técnica de Edificaciones 0.70 - Albañilería. Lima: s.n., 2006.
- NTE-A020. 2009. Norma Técnica de Edificaciones. Lima - Perú: Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento, 2006.
- NTP-060. 2009. Normas Técnicas de Edificaciones E060 - Concreto Armado. Lima: s.n., 2009.
- NUNO Mendes and PAULO B. Lourenço. Seismic vulnerability of existing masonry buildings: nonlinear parametric analysis. 21 may 2016. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/226904345>
- PECORI, Carlos y CRUZ, Jorge. Estudio de vulnerabilidad sísmica de la I.E. Emblemática san juan de la ciudad de Trujillo. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad privada del norte, 2018. Disponible en <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12867>
- PERALTA, H. Escenarios de vulnerabilidad y daño sísmico de las edificaciones de mampostería de uno y dos pisos en el barrio San Antonio. cali Colombia: Proyecto de grado-Universidad del Valle, 2002.
- PRODIP, Kumar. Seismic vulnerability assessment of existing concrete building. Thesis (Master of Engineering in civil Engineering). Shibpur, West Bengal, india: Indian Institute of Engineering Sciencie and Technology, 2014. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/329070994>

- QUIZHPILEMA Piray, Alexandra. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Jaén: Universidad Ricardo Palma, 2014. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/83>
- REVISTA Digital Universitaria. México: UNAM, 2017 [10 de noviembre de 2018]. Disponible en <http://ciencia.unam.mx/leer/652/-que-ocurrio-el-19-de-septiembre-de-2017-en-mexico-.> Vol.18, Num.7
- REVISTA educativa Arquitectura21.com. 11, 2018, [10 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.arquitectura21.com/2011/07/la-calidad-de-los-materiales-de-construccion.html>.
- REVISTA vulnerabilidad sísmica. Lima: [10 de noviembre de 2018]. Disponible en <https://revistaideele.com/ideele/content/lima-la-vulnerable>
- REVISTA vulnerabilidad sísmica. Lima: UC, 2013 [10 de noviembre de 2018]. Disponible en https://issuu.com/ucontinental/docs/revista_vulnerabilidad_sismica
- RIVERA, V. Definición e importancia de la configuración estructural, 2014. Disponible en <https://es.scribd.com/document/233720979/Definicion-e-Importancia-de-La-Configuracion-Estructural>
- Srijana Gurung, Shrestha. Seismic vulnerability analysis of traditional brick masonry buildings. Thesis (Professional Title of Civil Engineering). Lalitpur Nepal: Tribhuwan University Institute of Engineering, 2013. Disponible en: https://www.academia.edu/7476161/Seismic_vulnerability_analysis
- VALDERRAMA, S. Pasos para la elaborar proyectos de investigación científica. 5ta Edición. Editorial: San Marcos. (2015)

ANEXOS

ANEXO N°1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 30. Matriz de consistencia

TITULO: Peralte mínimo de losa aligerada en el análisis de vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar, San Martín de Porres, Lima-2018						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General	General	General	Independiente	Pre dimensionamiento	Peralte Mínimo	TIPO DE INVESTIGACIÓN: APLICADA NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN: EXPLICATIVO
¿De qué manera el peralte mínimo de la losa aligerada influye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018?	Determinar el peralte mínimo de la losa aligerada para analizar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018	El peralte mínimo obtenido de la losa aligerada presenta una alta vulnerabilidad sísmica en una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018	Peralte mínimo de la losa aligerada		Diseño a flexión	
				Verificación por corte		
				Análisis no lineal Pushover		
				Espectro de respuesta		
Específicos	Específicos	Específicos	Dependiente	Curva de capacidad		
				Derivas de entrepiso		
¿De qué manera los aspectos geométricos influye en el análisis de vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018?	Determinar los aspectos geométricos para analizar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018	Los aspectos geométricos presenta una alta vulnerabilidad sísmica en la vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018	Vulnerabilidad sísmica	Aspectos Geométricos	Configuración en planta	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: NO EXPERIMENTAL FASES DE PROCESOS INVESTIGACIÓN: METODO CUANTITATIVO
					Separación máxima entre muros	
					Configuración en elevación	
¿De qué manera los aspectos constructivos influye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018?	Determinar los aspectos constructivos para analizar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018	Los aspectos constructivos presenta una alta vulnerabilidad sísmica en una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, distrito de SMP, Lima - 2018	Aspectos Constructivos	Calidad del sistema resistente		
				Estado de conservación		
¿De qué manera los aspectos estructurales influye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018?	Determinar los aspectos estructurales para analizar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018	Los aspectos estructurales presenta una alta vulnerabilidad sísmica en una vivienda multifamiliar ubicado en la Urb. Pro MZ "Y" LT 10 Calle N°06 - Santa María Reyna, San Martín de Porres, Lima - 2018	Aspectos estructurales	Organización del sistema resistente		
				Diafragmas horizontales		
				Elementos no estructurales		
				Posición del edificio y cimentación		
				Resistencia Convencional		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°2 METODOLOGIA ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

FORMULA

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} k_i * W_i$$

Tabla 31. Escala numérica del I_v de Benedetti et al, 1984

#	Parámetro	K _i				W _i
		A	B	C	D	
1	Organización del Sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del Sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.0
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0

Fuente: Caballero, 2007, p.132.

Tabla 32. Escala global de vulnerabilidad adaptada de Hurtado O. & León M., 2008

Valor de índice de vulnerabilidad I_v	Interpretación del índice de vulnerabilidad I_v	Tipo de intervención
0 - 52.5	Baja vulnerabilidad	A largo plazo
52.5 – 125	Media vulnerabilidad - baja	A largo plazo
125 – 162.5	Media vulnerabilidad - alta	Necesaria
62.5 – 337.5	Alta vulnerabilidad	Urgente - Inmediato

Fuente: Alva, 2016, p. 63.

ANEXO N°3 CONFIGURACIÓN EN PLANTA

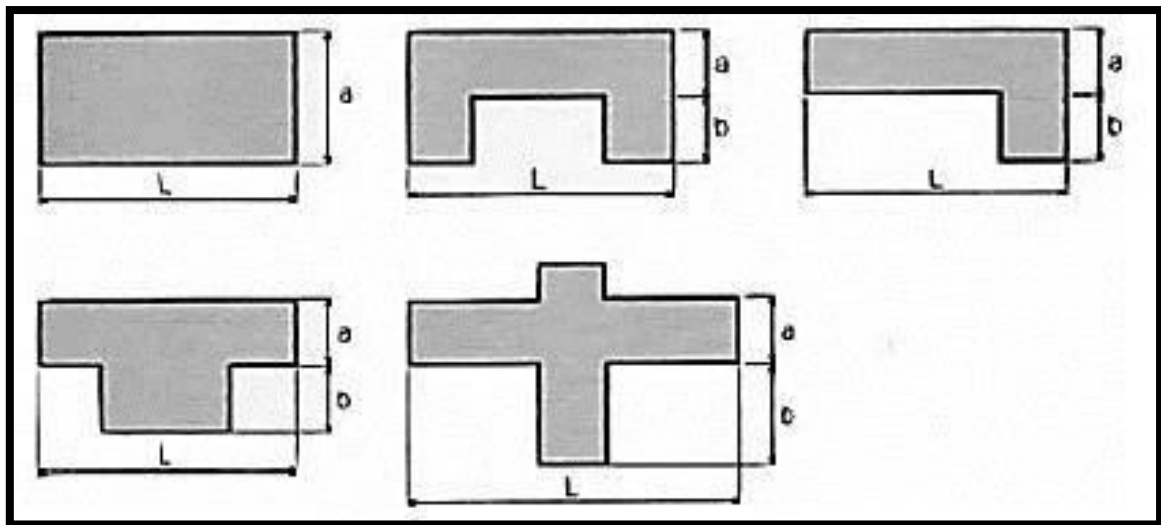


Figura 36. Formas originales en planta consideradas en la MIV

ANEXO N°4 SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS

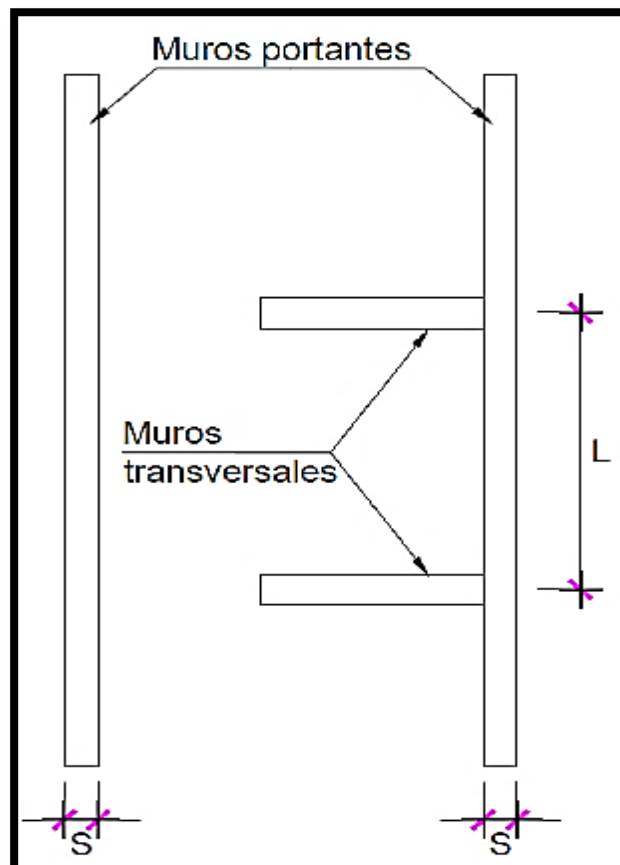


Figura 37. Ejemplo de separación máxima entre los muros

ANEXO N°5 CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

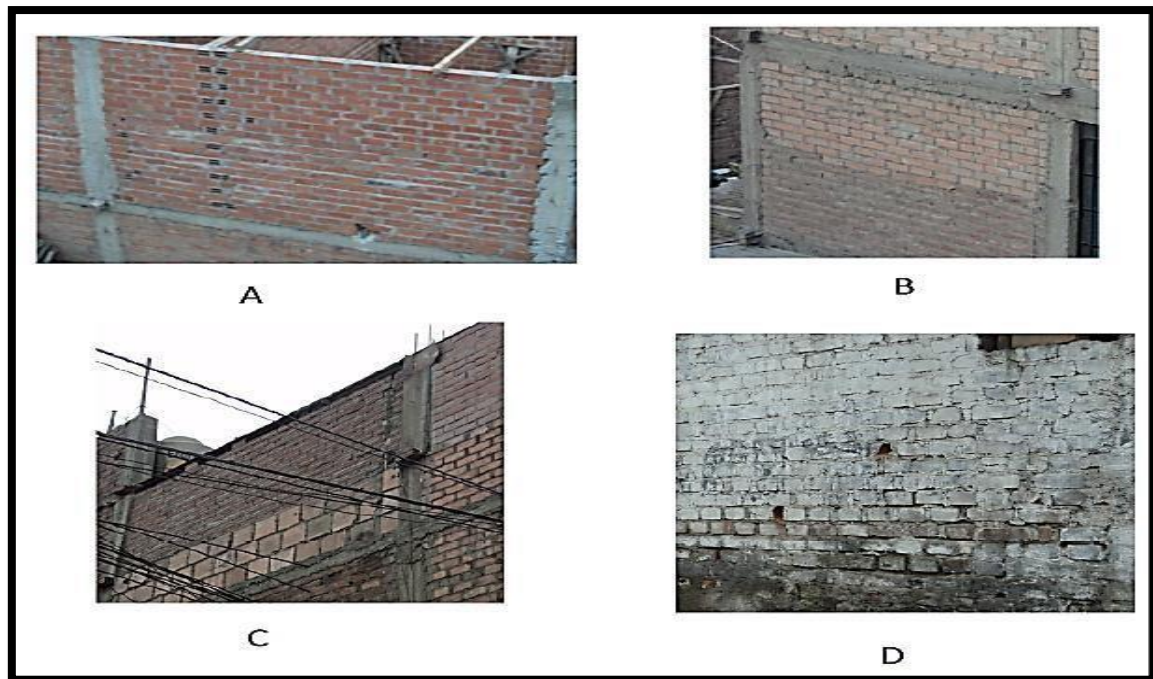


Figura 38. Ejemplo de calidad del sistema resistente

ANEXO N°6 ESTADO DE CONSERVACIÓN

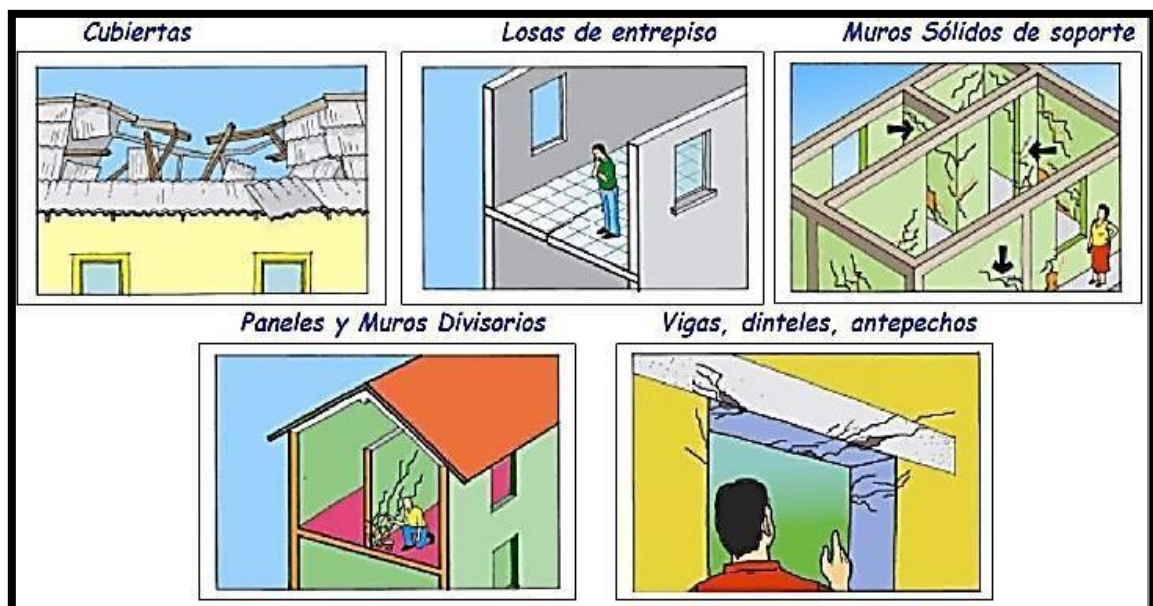


Figura 39. Ejemplo de estado de conservación

ANEXO N°7 ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

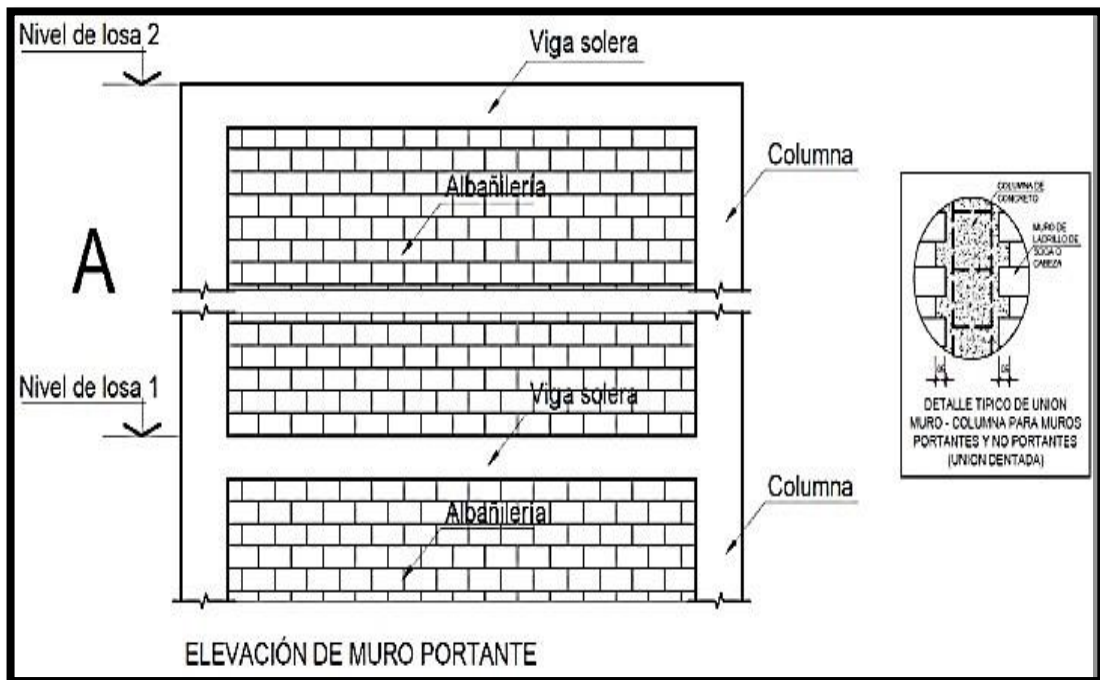


Figura 40. Ejemplo A de organización del sistema resistente

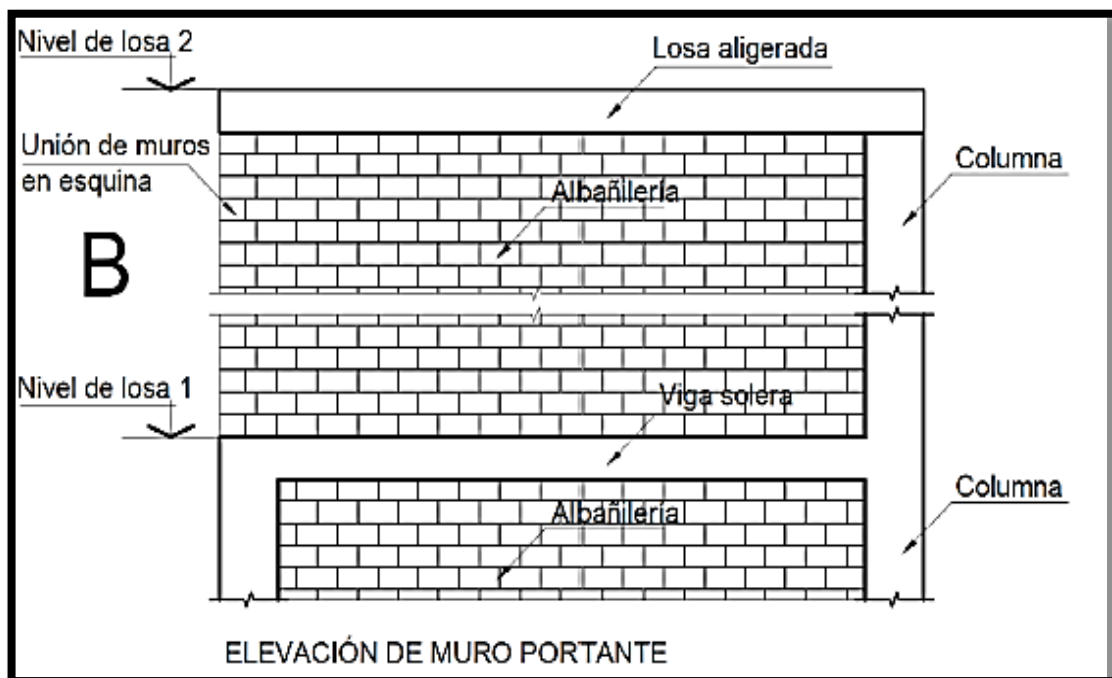


Figura 41. Ejemplo B de organización del sistema resistente

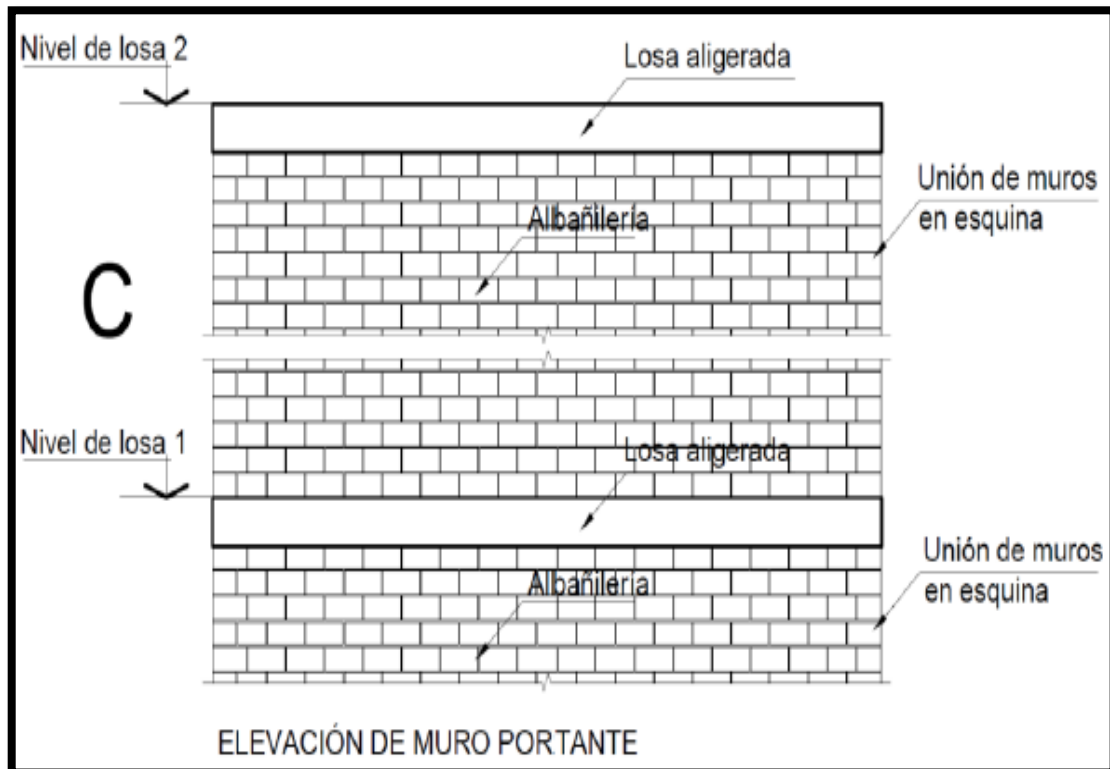


Figura 42. Ejemplo C de organización del sistema resistente

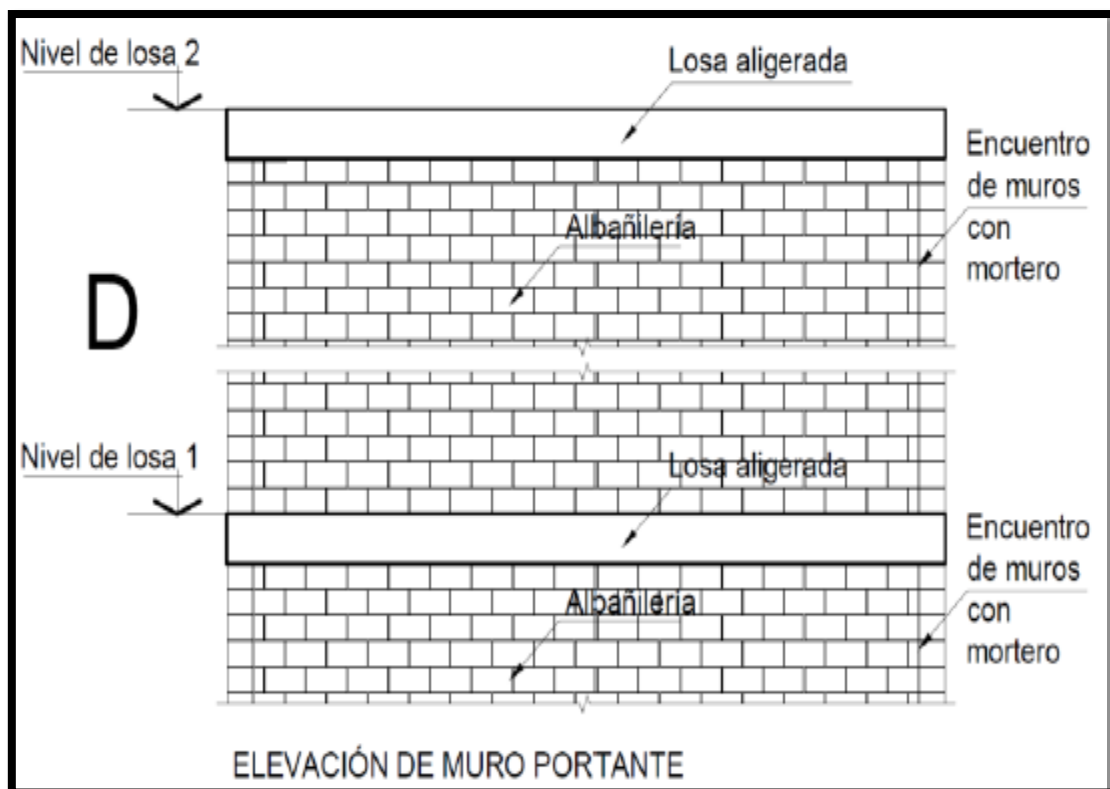


Figura 43. Ejemplo D de organización del sistema resistente

ANEXO N°8 DRIAGRAMAS HORIZONTALES

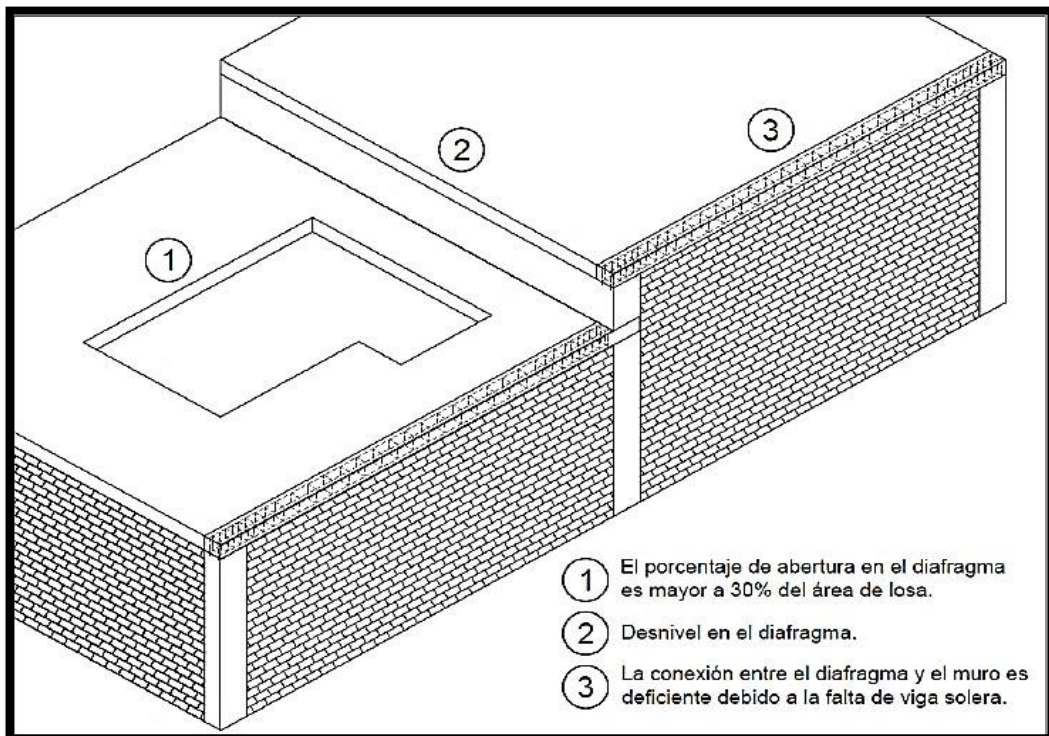


Figura 44. Ejemplo de diafragmas horizontales

ANEXO N°9 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES



Figura 45. Ejemplo de elementos no estructurales

ANEXO N°10 POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN

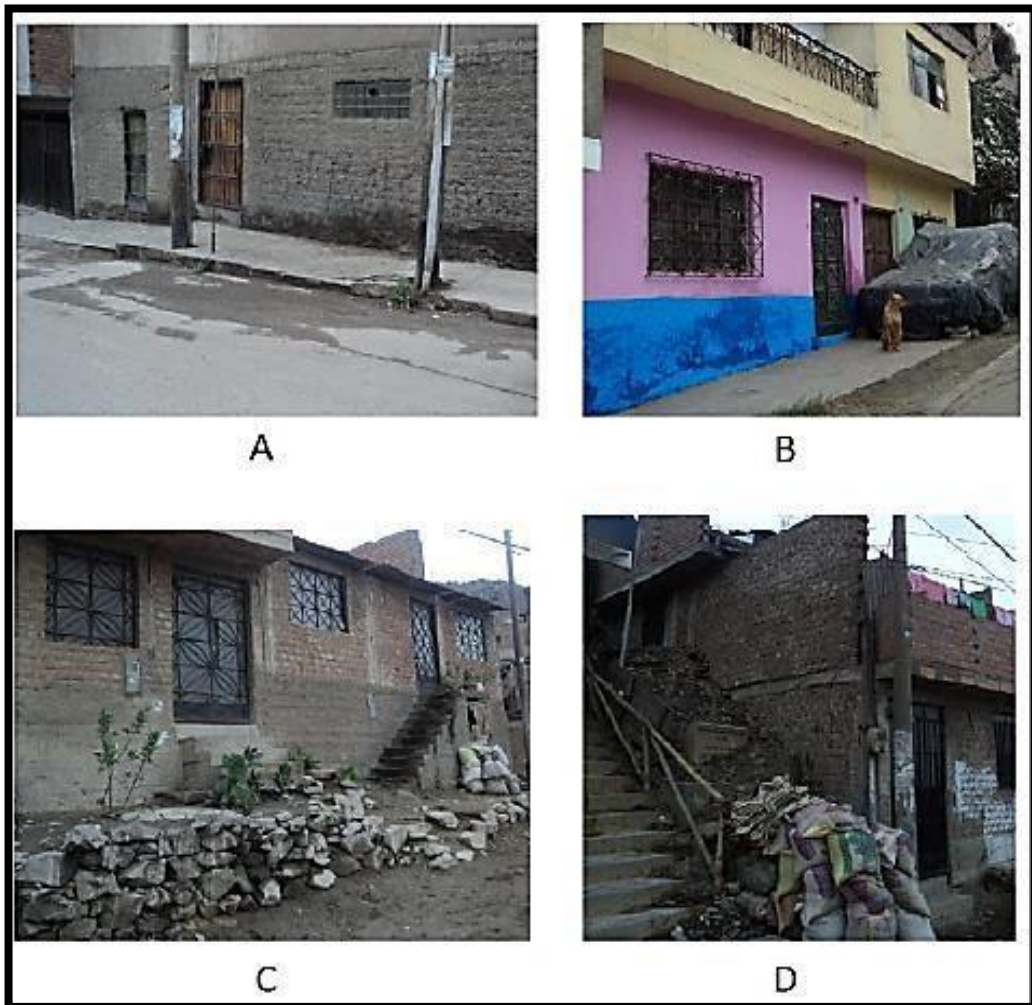


Figura 46. Ejemplo de posición del edificio y de la cimentación

ANEXO N°11 NORMA E.030

ZONIFICACIÓN

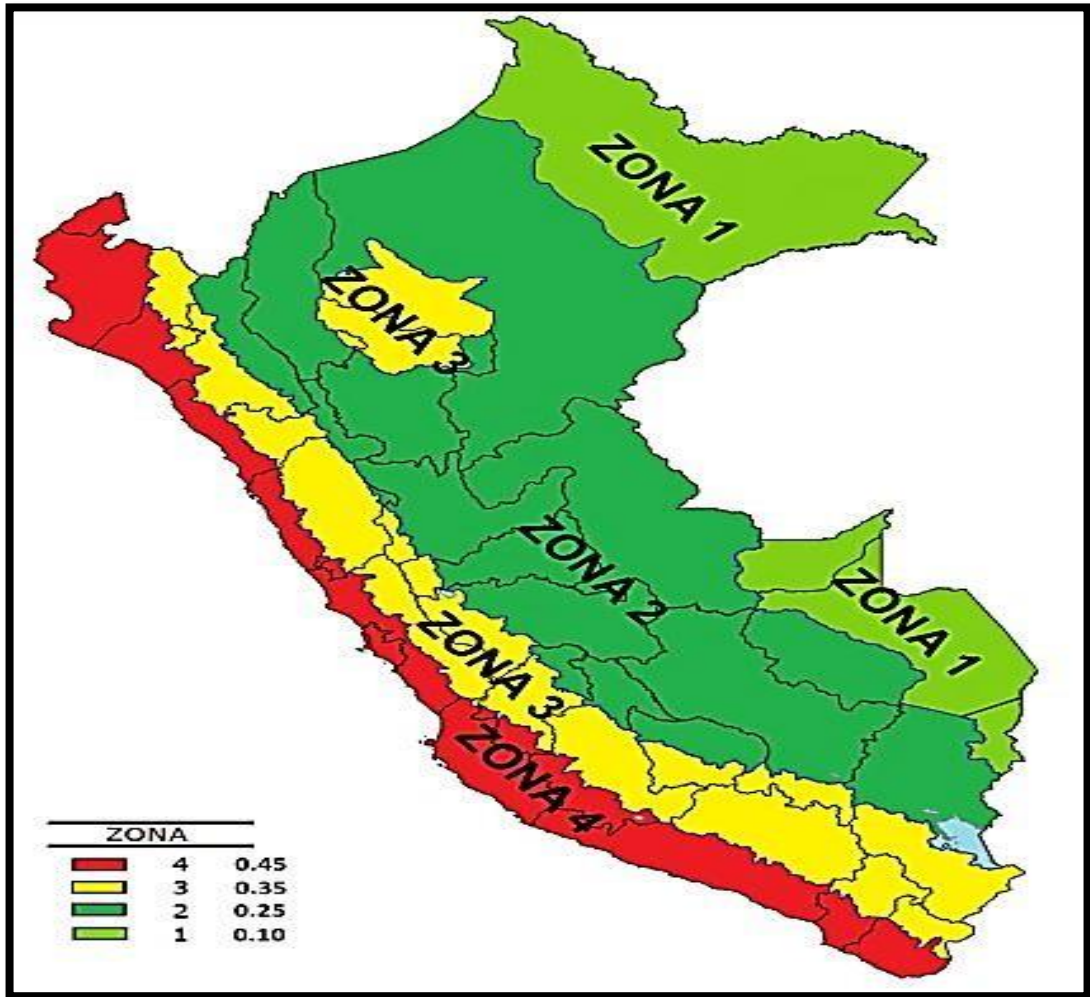


Figura 47. Zonificación sísmica del Perú

Fuente: NTE.030, 2018, p. 7

Tabla 33. Factores de Zona “Z”

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

Fuente: NTE.030, 2018, p. 7

TABLAS USADAS PARA LAS CONDICIONES GEOTÉCNICAS

Tabla 34. Factor de Suelo “S”

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

Fuente: NTE.030, 2018, p. 11.

Tabla 35. Períodos “T_P” Y “T_L”

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

Fuente: NTE.030, 2018, p. 11.

Tabla 36. Límites para distorsión del entrepiso

Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductibilidad limitada	0.005

Fuente: NTE.030, 2018, p. 27.

Tabla 37. Sistemas Estructurales

Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R(*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	7
Madera (Por esfuerzos admisibles)	3

Fuente: NTE.030, 2018, p. 16.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES

Tabla 38. Categoría de las edificaciones y Factor “U”

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.	1,5
	Edificaciones Esenciales Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de	

	<p>agua.</p> <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información del estado.</p>	
<p>B</p> <p>Edificaciones Importantes</p>	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
<p>C</p> <p>Edificaciones Comunes</p>	<p>Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.</p>	1,0
<p>D</p> <p>Edificaciones Temporales</p>	<p>Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.</p>	Ver nota 2

Fuente: NTE.030, 2018, p. 13.

Tabla 39. Irregularidades estructurales en Planta

<p align="center">IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</p>	<p align="center">Factor de Irregularidad I_p</p>
<p>Irregularidad Torsional</p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<p align="center">0,75</p>
<p>Irregularidad Torsional Extrema</p> <p>Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<p align="center">0,60</p>
<p>Esquinas Entrantes</p> <p>La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	<p align="center">0,90</p>

<p>Discontinuidad del Diafragma</p> <p>La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma.</p> <p>También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	<p>0,85</p>
<p>Sistemas no Paralelos</p> <p>Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p>	<p>0,90</p>

Fuente: NTE.030, 2018, p.18.

ANEXO N°12 PESO ESPECÍFICO DE LAS LOSAS ALIGERADAS SEGÚN EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (MVCS)

Tabla 40. *Peso específico*

Losas aligeradas armadas en una sola dirección de concreto armado (Con vigueta de 0.10m de ancho y 0.40m entre ejes)		
Espesor de aligerado (m)	Espesor de losa superior (m)	Peso Propio en kPa (Kgf /m ²)
0.17	0.05	2.8 (280)
0.20	0.05	3.0 (300)
0.25	0.05	3.5 (350)
0.30	0.05	4.2 (420)

Fuente: NTE.030, 2018, p. 25.

ANEXO N°13 METRADO DE CARGAS

PRIMER PISO		cantidad	largo y	ancho X	altura	peso específico del concreto		parcial	unidad	total
C.M	COLUMNA C-1:	15	0.6	0.3	3.4	2.4	Tn/m3	22.032	tn	108.55
	COLUMNA C-2:	6	0.4	0.3	3.4	2.4	Tn/m3	5.8752	tn	
	COLUMNA C-3:	2	0.25	0.3	3.4	2.4	Tn/m3	1.224	tn	
	COLUMNA C-4:	2	0.4	0.15	3.4	2.4	Tn/m3	0.9792	tn	
	COLUMNA C-5:	1	0.25	0.15	3.4	2.4	Tn/m3	0.306	tn	
	VIGA VP-1, 30X.60:	6	6.8	0.3	0.6	2.4	Tn/m3	17.6256	tn	
	VIGA VP-1, 30X.60:	2	4.3	0.3	0.6	2.4	Tn/m3	3.72	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	1	2.85	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	0.82	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	1	0.95	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	0.27	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.6	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.50	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.75	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.58	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.35	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.35	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.5	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.44	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	1.8	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.04	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.9	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.67	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	4.5	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	2.59	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.1	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.21	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	1.41	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.17	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.75	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.33	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.35	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.28	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	1.8	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.22	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.9	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.35	tn	
	VIGA V-B, 10X.20:	1	8	0.1	0.2	2.4	Tn/m3	0.38	tn	
	VIGA V-B2, 15X.20:	1	3.05	0.15	0.2	2.4	Tn/m3	0.22	tn	
	VIGA V-X, 15X.40:	1	4.2	0.15	0.4	2.4	Tn/m3	0.60	tn	
	VIGAS. V-CH, .40X.20:	1	7.15	0.25	0.4	2.4	Tn/m3	1.716	tn	
LOSA:						peso de losa según espesor		parcial	unidad	
espesor	0.2	1	4.6	7.25	0.3	Tn/m2	10.005	tn		
		1	4.7	4.6	0.3	Tn/m2	6.486	tn		
		1	2.5	7.4	0.3	Tn/m2	5.55	tn		
		1	2.35	5.45	0.3	Tn/m2	3.84225	tn		
		1	2.75	4.1	0.3	Tn/m2	3.3825	tn		
		1	0.95	2.9	0.3	Tn/m2	4.006	tn		
		1	2.6	7.4	0.3	Tn/m2	5.772	tn		
C.V	LOSA:	1	23.76	8	0.35	Tn/m2	16.632	tn	16.632	
TOTAL PESO DEL 1 PISO									tn	125.18095

2 PISO		cantidad	largo	ancho	altura	peso específico del concreto		parcial	unidad	total
C.M	COLUMNA C-1:	15	0.6	0.3	3	2.4	Tn/m3	19.44	tn	104.79
	COLUMNA C-2:	6	0.4	0.3	3	2.4	Tn/m3	5.184	tn	
	COLUMNA C-6:	2	0.25	0.25	3	2.4	Tn/m3	0.9	tn	
	COLUMNA C-4:	2	0.4	0.15	3	2.4	Tn/m3	0.864	tn	
	COLUMNA C-5:	1	0.25	0.15	3	2.4	Tn/m3	0.27	tn	
	VIGA VP-1, 30X.60:	6	6.8	0.3	0.6	2.4	Tn/m3	17.6256	tn	
	VIGA VP-1, 30X.60:	2	4.3	0.3	0.6	2.4	Tn/m3	3.7152	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	1	2.85	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	0.8208	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	1	0.95	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	0.2736	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.6	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.4976	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.75	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.584	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.35	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.3536	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.5	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.44	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	1.8	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.0368	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.9	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.6704	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	4.5	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	2.592	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.1	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.2096	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	1.41	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.1692	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.75	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.33	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.35	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.282	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	1.8	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.216	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.9	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.348	tn	
	VIGA V-B, 10X.20:	1	8	0.1	0.2	2.4	Tn/m3	0.384	tn	
	VIGA V-B2, 15X.20:	1	3.05	0.15	0.2	2.4	Tn/m3	0.2196	tn	
VIGA V-X, 15X.40:	1	4.2	0.15	0.4	2.4	Tn/m3	0.6048	tn		
VIGAS. V-CH, .40X.20:	1	7.15	0.25	0.4	2.4	Tn/m3	1.716	tn		
LOSA:						peso de losa según espesor		parcial	unidad	
espesor	0.2	1	4.6	7.25	0.3	Tn/m2	10.005	tn		
		1	4.7	4.6	0.3	Tn/m2	6.486	tn		
		1	2.5	7.4	0.3	Tn/m2	5.55	tn		
		1	2.35	5.45	0.3	Tn/m2	3.84225	tn		
		1	2.75	4.1	0.3	Tn/m2	3.3825	tn		
		1	0.95	2.9	0.3	Tn/m2	4.006	tn		
		1	2.6	7.4	0.3	Tn/m2	5.772	tn		
C.V	LOSA:	1	23.76	8	0.35	Tn/m2	16.632	tn	16.632	
TOTAL PESO DEL 2 PISO										121.42

3 PISO		cantidad	largo	ancho	altura	peso específico del concreto		parcial	unidad	total
C.M	COLUMNA C-1:	15	0.6	0.3	3	2.4	Tn/m3	19.44	tn	104.79
	COLUMNA C-2:	6	0.4	0.3	3	2.4	Tn/m3	5.184	tn	
	COLUMNA C-3:	2	0.25	0.25	3	2.4	Tn/m3	0.90	tn	
	COLUMNA C-4:	2	0.4	0.15	3	2.4	Tn/m3	0.864	tn	
	COLUMNA C-5:	1	0.25	0.15	3	2.4	Tn/m3	0.27	tn	
	VIGA VP-1, 30X.60:	6	6.8	0.3	0.6	2.4	Tn/m3	17.6256	tn	
	VIGA VP-1, 30X.60:	2	4.3	0.3	0.6	2.4	Tn/m3	3.7152	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	1	2.85	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	0.8208	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	1	0.95	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	0.2736	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.6	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.4976	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.75	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.584	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.35	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.3536	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.5	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.44	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	1.8	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.0368	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.9	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.6704	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	4.5	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	2.592	tn	
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.1	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.2096	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	1.41	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.1692	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.75	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.33	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.35	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.282	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	1.8	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.216	tn	
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.9	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.348	tn	
	VIGA V-B, 10X.20:	1	8	0.1	0.2	2.4	Tn/m3	0.384	tn	
	VIGA V-B2, 15X.20:	1	3.05	0.15	0.2	2.4	Tn/m3	0.2196	tn	
VIGA V-X, 15X.40:	1	4.2	0.15	0.4	2.4	Tn/m3	0.6048	tn		
VIGAS. V-CH, .40X.20:	1	7.15	0.25	0.4	2.4	Tn/m3	1.716	tn		
LOSA:						peso de losa según espesor		parcial	unidad	
espesor	0.2	1	4.6	7.25	0.3	Tn/m2	10.005	tn		
		1	4.7	4.6	0.3	Tn/m2	6.486	tn		
		1	2.5	7.4	0.3	Tn/m2	5.55	tn		
		1	2.35	5.45	0.3	Tn/m2	3.84225	tn		
		1	2.75	4.1	0.3	Tn/m2	3.3825	tn		
		1	0.95	2.9	0.3	Tn/m2	4.006	tn		
		1	2.6	7.4	0.3	Tn/m2	5.772	tn		
C.V	LOSA:	1	23.76	8	0.35	Tn/m2	16.632	tn	16.632	
TOTAL PESO DEL 3 PISO									tn	121.42

4 PISO		cantidad	largo	ancho	altura	peso específico del concreto		parcial	unidad	total		
C.M	COLUMNA C-1:	15	0.6	0.3	3	2.4	Tn/m3	19.44	tn	104.79		
	COLUMNA C-2:	6	0.4	0.3	3	2.4	Tn/m3	5.184	tn			
	COLUMNA C-6:	2	0.25	0.25	3	2.4	Tn/m3	0.9	tn			
	COLUMNA C-4:	2	0.4	0.15	3	2.4	Tn/m3	0.864	tn			
	COLUMNA C-5:	1	0.25	0.15	3	2.4	Tn/m3	0.27	tn			
	VIGA VP-1, 30X.60:	6	6.8	0.3	0.6	2.4	Tn/m3	17.6256	tn			
	VIGA VP-1, 30X.60:	2	4.3	0.3	0.6	2.4	Tn/m3	3.7152	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	1	2.85	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	0.8208	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	1	0.95	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	0.2736	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.6	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.4976	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.75	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.584	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.35	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.3536	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.5	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.44	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	1.8	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.0368	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.9	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.6704	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	4.5	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	2.592	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.1	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.2096	tn			
	VIGA V-A, 25X.20:	1	1.41	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.1692	tn			
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.75	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.33	tn			
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.35	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.282	tn			
	VIGA V-A, 25X.20:	1	1.8	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.216	tn			
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.9	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.348	tn			
	VIGA V-B, 10X.20:	1	8	0.1	0.2	2.4	Tn/m3	0.384	tn			
	VIGA V-B2, 15X.20:	1	3.05	0.15	0.2	2.4	Tn/m3	0.2196	tn			
	VIGA V-X, 15X.40:	1	4.2	0.15	0.4	2.4	Tn/m3	0.6048	tn			
	VIGAS. V-CH, .40X.20:	1	7.15	0.25	0.4	2.4	Tn/m3	1.716	tn			
	LOSA:						peso de losa según espesor		parcial		unidad	
	espesor	0.2		1	4.6	7.25	0.3	Tn/m2	10.005		tn	
			1	4.7	4.6	0.3	Tn/m2	6.486	tn			
			1	2.5	7.4	0.3	Tn/m2	5.55	tn			
			1	2.35	5.45	0.3	Tn/m2	3.84225	tn			
			1	2.75	4.1	0.3	Tn/m2	3.3825	tn			
			1	0.95	2.9	0.3	Tn/m2	4.006	tn			
			1	2.6	7.4	0.3	Tn/m2	5.772	tn			
C.V	LOSA:	1	23.76	8	0.35	Tn/m2	16.632	tn	16.632			
TOTAL PESO DEL 4 PISO									121.42			

5 PISO		cantidad	largo	ancho	altura	peso específico del concreto		parcial	unidad	total		
C.M	COLUMNA C-1:	15	0.6	0.3	3	2.4	Tn/m3	19.44	tn	104.79		
	COLUMNA C-2:	6	0.4	0.3	3	2.4	Tn/m3	5.18	tn			
	COLUMNA C-3:	2	0.25	0.25	3	2.4	Tn/m3	0.90	tn			
	COLUMNA C-4:	2	0.4	0.15	3	2.4	Tn/m3	0.86	tn			
	COLUMNA C-5:	1	0.25	0.15	3	2.4	Tn/m3	0.27	tn			
	VIGA VP-1, 30X.60:	6	6.8	0.3	0.6	2.4	Tn/m3	17.63	tn			
	VIGA VP-1, 30X.60:	2	4.3	0.3	0.6	2.4	Tn/m3	3.72	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	1	2.85	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	0.82	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	1	0.95	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	0.27	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.6	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.50	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.75	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.58	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.35	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.35	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.5	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.44	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	1.8	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.04	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.9	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.67	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	4.5	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	2.59	tn			
	VIGA VP-2, 30X.40:	2	2.1	0.3	0.4	2.4	Tn/m3	1.21	tn			
	VIGA V-A, 25X.20:	1	1.41	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.17	tn			
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.75	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.33	tn			
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.35	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.28	tn			
	VIGA V-A, 25X.20:	1	1.8	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.22	tn			
	VIGA V-A, 25X.20:	1	2.9	0.25	0.2	2.4	Tn/m3	0.35	tn			
	VIGA V-B, 10X.20:	1	8	0.1	0.2	2.4	Tn/m3	0.38	tn			
	VIGA V-B2, 15X.20:	1	3.05	0.15	0.2	2.4	Tn/m3	0.22	tn			
	VIGA V-X, 15X.40:	1	4.2	0.15	0.4	2.4	Tn/m3	0.60	tn			
	VIGAS. V-CH, .40X.20:	1	7.15	0.25	0.4	2.4	Tn/m3	1.716	tn			
	LOSA:						peso de losa según espesor		parcial		unidad	
	espesor	0.2	1	4.6	7.25	0.3	Tn/m2	10.005	tn			
1			4.7	4.6	0.3	Tn/m2	6.486	tn				
1			2.5	7.4	0.3	Tn/m2	5.55	tn				
1			2.35	5.45	0.3	Tn/m2	3.84225	tn				
1			2.75	4.1	0.3	Tn/m2	3.3825	tn				
1			0.95	2.9	0.3	Tn/m2	4.006	tn				
1			2.6	7.4	0.3	Tn/m2	5.772	tn				
C.V	LOSA:	1	23.76	8	0.35	Tn/m2	16.632	tn	16.632			
TOTAL PESO DEL 5 PISO									tn	121.42		

FICHA DE ANÁLISIS							
Nombre:							
Ubicación:							
Área total:							
FOTO DE FACHADA				DIBUJO EN PLANTA			
Item	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Ki D	Wi	Ki x Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	25	45	1.00	
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50	
	Área del primer nivel, A0				m2		
	Área del nivel típico, Ai				m2		
	Área resistente sentido x, Ax				m2		
	Área resistente sentido y, Ay				m2		
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	
5	Difragmas Horizontales	0	5	25	45	1.00	
	Ausencia de desniveles						
	Abertura de diafragma <30%						
	Conexión muro-diafragma eficaz						
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50	
	a/L =	≥0.8	≥0.6	≥0.4	0.4>		
	b/L =	≤0.1	≤0.2	≤0.3	0.3<		
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00	
	± ΔM/M =	<10%	<20%	20%<	0<+		
8	Separación máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25	
	L/S =	<15	<18	<25	25≤		
9	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	
10	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00	
VALOR DE INDICE DE VULNERABILIDAD							

Fuente: Elaboración propia.


RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51304


 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630


 Mtro. Luis Alvaro
 Gutiérrez
 CIP-120290



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil.

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ABAD ZETA LOHLE ANDRÉS

INFORME TITULADO:

*REQUISITO MÍNIMO DE JOSE ALICENDA EN EL ANÁLISIS DE
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR,
SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA - 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

10/07/2019

NOTA O MENCIÓN :

12 (DOCE)

[Firma]
Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

Yo, **Raul Antonio Pinto Barrantes** docente de la Facultad **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo **Lima Norte** (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada

"Peralte mínimo de losa aligerada en el análisis de vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar, San Martín de Porres, Lima - 2018"

del (de la) estudiante **ABAD ZETA, LOHLE ANDHER**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **23%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Lugar y fecha **Lima 19 de Junio 2019**



.....
Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Raul Antonio Pinto Barrantes

DNI: **07732471**.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Yo **ABAD ZETA LOHLE ANDHER** identificado con **DNI N.º 70103345** egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

“Peralte mínimo de losa aligerada en el análisis de vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar, San Martín de Porres, Lima – 2018”

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 70103345

FECHA: 10 de Julio de 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



Resumen de coincidencias

23 %

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Peralte mínimo de losa aligerada en el análisis de vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar, San Martín de Porres, Lima, 2018"

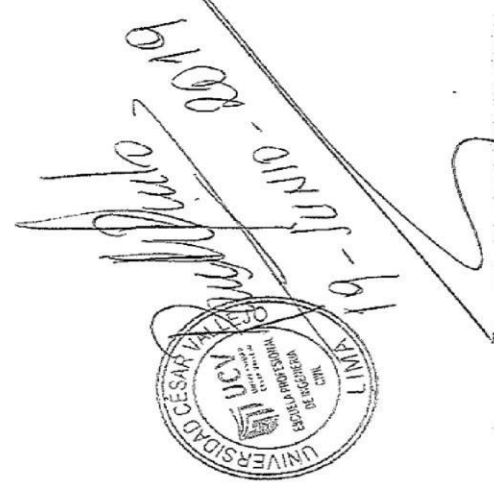
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

AUTOR:
 Abel Zola León Arce

ASESOR:
 Mg. Tink Herrera Ruiz Álvarez

LUGAR DE INVESTIGACIÓN:
 Pueblo Siatos y Palmira
 LIMA PERÚ

30X



Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias	
1	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante 8 %
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet 4 %
3	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante 1 %
4	repositorio.uv.edu.pe Fuente de Internet 1 %
5	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet 1 %
6	core.ac.uk Fuente de Internet 1 %
7	docplayer.es Fuente de Internet 1 %

Text-only report High Resolution Activado