



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Respuesta sísmica mediante sistema de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín - 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Valverde Figueroa, Walter Manuel (ORCID: 0000-0002-3012-7788)

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud y a los mejores padres que me pudo enviar.

A mis padres Nery Valverde Parra y Violeta Figueroa Aroni, quienes me dieron la oportunidad y depositaron su confianza en mí para poder realizar mis estudios universitarios, guiaron mi camino y por todo el apoyo y preocupación en mi formación profesional.

También se la dedico a mi familia en general por el cariño brindado siempre.

AGRADECIMIENTO

A Dios por cuidar de mí y mis seres queridos, guiar mis pasos todos los días de mi vida y hacer posible que termine esta nueva etapa de mi carrera profesional.

A mis padres por su esfuerzo y sacrificio incondicional durante mi formación profesional y por darme la confianza para seguir adelante, en este momento comparto con ellos mi felicidad y mi éxito.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	22
3.1 Tipo y diseño de la investigación	23
3.2 Variables y operacionalización	23
3.3 Población, muestra y muestreo	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.5 Procedimientos	27
3.6 Método de análisis de datos	28
3.7 Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
4.1 Desarrollo de la investigación	31
4.2 Interpretación de Resultados.....	78
V. DISCUSIÓN	85
VI. CONCLUSIONES	88
VII. RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS.....	93
ANEXOS	97

ANEXO 1: Matriz de consistencia	98
ANEXO 2: Operacionalización de la variable	99
ANEXO 3: Cortante Basal – 1°, 2°, 3° Experto.....	100
ANEXO 4: Distorsiones – 1°, 2°, 3° Experto.....	101
ANEXO 5: Esfuerzo a Compresión en Muros sistema MDL – 1°, 2°, 3° Experto	102
ANEXO 6: Esfuerzo a Compresión en Muros sistema AC – 1°, 2°, 3° Experto ..	103
ANEXO 7: Esfuerzo al Corte en Muros sistema MDL – 1°, 2°, 3° Experto	104
ANEXO 8: Esfuerzo al Corte en Muros sistema AC – 1°, 2°, 3° Experto	105
ANEXO 9: Licencia de uso del software ETABS	106
ANEXO 10: Plano de Distribución	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Factor de zona	32
Tabla N°2: Factor de suelo	32
Tabla N°3: Periodos	33
Tabla N°4: Factor de ampliación sísmica	33
Tabla N°5: Categoría de Edificaciones y Factor de uso "U"	33
Tabla N°6: Coeficiente de reducción sísmica	34
Tabla N°7: Peso total de la edificación eje X - MDL	35
Tabla N°8: Valor del cortante basal estático eje X - MDL.....	36
Tabla N°9: Cortante basal por piso eje X - MDL.....	37
Tabla N°10: Peso total de la edificación eje Y - MDL	38
Tabla N°11: Valor del cortante basal estático eje Y - MDL.....	39
Tabla N°12: Cortante basal por piso eje Y - MDL.....	39
Tabla N°13: Periodos por cada modo de vibración - MDL	41
Tabla N°14: Cortante dinámico eje X - MDL	42
Tabla N°15: Fuerzas Cortantes por piso eje X - MDL	42
Tabla N°16: Cortante dinámico eje Y - MDL	43
Tabla N°17: Fuerzas Cortantes por piso eje Y - MDL	43
Tabla N°18: Distorsión de entrepiso X-X - MDL	44
Tabla N°19: Distorsión de entrepiso Y-Y - MDL	44
Tabla N°20: Peso total de la edificación eje X - AC.....	58
Tabla N°21: Valor del cortante basal estático eje X - AC	59
Tabla N°22: Cortante basal por piso eje X - AC	60
Tabla N°23: Peso total de la edificación eje Y - AC.....	61
Tabla N°24 Valor del cortante basal estático eje Y - AC	62
Tabla N°25: Cortante basal por piso eje Y - AC	62

Tabla N°26: Periodos por cada modo de vibración - AC	64
Tabla N°27: Cortante dinámico eje X - AC	65
Tabla N°28: Fuerzas Cortantes por piso eje X - AC	65
Tabla N°29: Cortante dinámico eje Y - AC	66
Tabla N°30: Fuerzas Cortantes por piso eje Y - AC	66
Tabla N°31: Distorsiones X-X - AC.....	67
Tabla N°32: Distorsiones Y-Y - AC.....	67
Tabla N°33: Cortante Basal Eje "X"	76
Tabla N°34: Cortante Basal Eje "Y"	77
Tabla N°35: Distorsión Eje "X".....	78
Tabla N°36: Distorsión Eje "Y"	79
Tabla N°37: Esfuerzo a la Compresión en Muros Eje "X"	80
Tabla N°38: Esfuerzo a la Compresión en Muros Eje "Y"	81
Tabla N°39: Esfuerzo al corte en Muros Eje "X"	82
Tabla N°40: Esfuerzo al corte en Muros Eje "Y"	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de refuerzo en MDL	18
Figura 2: Exterior (MDL) – Lado izquierdo / Interior (MDL)	18
Figura 3: Albañilería confinada	20
Figura 4: Distribución de áreas del 1er Piso	31
Figura 5: Distribución de áreas típicas (2°, 3°, 4° piso)	32
Figura 6: Vista en planta del Sistema MDL	33
Figura 7: Vista 3D del Sistema MDL	33
Figura 8: Espectro de sismo MDL	42
Figura 9: Modelamiento de muros MDL	47
Figura 10: Vista en planta del Sistema Albañilería Confinada	56
Figura 11: Vista 3D del Sistema Albañilería Confinada	56
Figura 12: Espectro de sismo AC	65
Figura 13: Modelamiento de muros AC	70
Figura 14: Fuerzas Cortantes por piso Sismo Dinámico Eje “X”	78
Figura 15: Fuerzas Cortantes por piso Sismo Dinámico Eje “Y”	79
Figura 16: Distorsiones de entrepiso Sismo Dinámico Eje “X”	80
Figura 17: Distorsiones de entrepiso Sismo Dinámico Eje “Y”	81

Resumen

Esta investigación tuvo como **objetivo** determinar la respuesta sísmica de una vivienda multifamiliar de 4 pisos con los sistemas de Muros de Ductilidad Limitada (MDL) y Albañilería Confinada (AC) ubicada en el distrito de San Ramón, Chanchamayo, Junín. Esta investigación fue de **tipo** aplicada de **diseño** cuasi experimental, la **población** fueron las edificaciones de 4 pisos construidas con sistema MDL y Albañilería Confinada ubicadas en la ciudad de San Ramón, la **muestra** fue el edificio multifamiliar de 4 pisos “Los Robles” de **muestreo** no probabilístico por conveniencia. Se desarrollaron dos modelos con el apoyo del software ETABS, el primero fue utilizando el sistema MDL y el segundo el sistema AC, posteriormente se realizó el análisis sísmico estático y dinámico. Con los resultados obtenidos se pudo determinar que el sistema MDL toma menor cortante basal en comparación al sistema AC, en la dirección “X” en 31.40% y en 31.77%, en “Y”. Del mismo modo se determinó que presenta menores distorsiones, en 13.58% en la dirección “X” y en 5.5%, en “Y” en comparación al sistema AC. Se determinó también que el sistema MDL presenta menor esfuerzo a compresión en sus muros en comparación al sistema AC, en 9.09% en la dirección “X” y en 14.04%, en “Y” y finalmente se determinó que el sistema MDL presenta menor esfuerzo al corte en sus muros en comparación al sistema AC, en 32.82% en la dirección “X” y en 21.02%, en “Y”. Finalmente se ha determinado que el sistema MDL presenta una mejor respuesta sísmica para el edificio multifamiliar “Los Robles” lo que significa que este sistema es el sistema más eficiente y el que se debería optar para las condiciones del presente trabajo de investigación.

Palabras Claves: Sistema de Muros de ductilidad limitada, sistema de albañilería confinada, respuesta sísmica.

Abstract

The objective of this research was to determine the seismic response of a 4 story multifamily house with the Limited Ductility Walls (MDL) and Confined Masonry (AC) systems located in the district of San Ramón, Chanchamayo, Junín. This research was of an applied type of quasi experimental design, the population was the 4-story buildings built with the CDM system and Confined Masonry located in the city of San Ramón, the sample was the sampling multifamily building with 4 floors “Los Robles” non-probabilistic for convenience. Two models were developed with the support of the ETABS software, the first was using the MDL system and the second the AC system, later the static and dynamic seismic analysis was carried out. With the results obtained, it was possible to determine that the MDL system takes a lower basal shear compared to the AC system, in the direction "X" at 31.40% and at 31.77%, at "Y". In the same way, it was determined that it presents lower distortions, in 13.58% in the “X” direction and in 5.5%, in “Y” compared to the AC system. It was also determined that the MDL system presents less compressive stress in its walls compared to the AC system, in 9.09% in the “X” direction and in 14.04%, in “Y” and finally it was determined that the MDL system presents less stress to the cut in its walls compared to the AC system, in 32.82% in the “X” direction and in 21.02%, in “Y”. Finally, it has been determined that the MDL system presents a better seismic response for the multi-family building “Los Robles”, which means that this system is the most efficient system and the one that should be chosen for the conditions of the present research work.

Keywords: Limited ductility walls system, confined masonry system, seismic response.

I. INTRODUCCIÓN

Mediante el pasar del tiempo y el acelerado crecimiento poblacional que viene ocurriendo con el pasar de los años, han llevado al crecimiento del desarrollo urbanístico y la notoriedad de ello; promoviendo la ejecución de edificios y/o viviendas multifamiliares de una manera acelerada y empleando diferentes sistemas de construcción; los cuales ayuden al desarrollo y bienestar de sus habitantes. Según el Censo Nacional 2017 (INEI), nuestro territorio nacional es el quinto país más poblado siendo el departamento de Lima, el que tuvo mayor crecimiento poblacional albergando actualmente a una población que asciende los 9'485,405 habitantes, crecimiento que genera gran demanda de vivienda. A raíz de ello, se ha acrecentado significativamente la construcción y venta de edificaciones multifamiliares (condominios). En los últimos años muchas de estas edificaciones multifamiliares se han venido construyendo empleando el sistema de Muros de Ductilidad Limitada (MDL), inicialmente porque a diferencia de otros sistemas estructurales, este presenta una reducción en costos, en materiales y requieren menor mano de obra, además porque representa la mejor opción de vivienda al alcance de la población de recursos económicos bajos. Por otro lado, se sabe que en el Perú la construcción de viviendas mediante el sistema de Albañilería Confinada es uno de los más predominantes; tanto en la capital como en las diferentes regiones del cual como máximo y tal como lo indica la norma se puede construir hasta 5 pisos.

Actualmente en la región Junín, Provincia de Chanchamayo, distrito de San Ramón, la mayoría de construcciones son viviendas unifamiliares o casas adecuadas y modificadas para el alquiler, las cuales son construidas de manera rústica y empírica, guiadas y supervisadas por personal no calificado; por lo cual no se cumplen las normas y reglamentos establecidos para su construcción. Sin embargo, es de suma importancia que toda edificación cuente con un adecuado comportamiento estructural durante y después de un movimiento sísmico. De allí nace el propósito de evaluar la respuesta sísmica que presenta una edificación construida con el Sistema MDL frente a una de Albañilería Confinada de un edificio multifamiliar de 4 pisos en el distrito de San Ramón.

De lo mencionado anteriormente, el **problema general** es ¿Cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la respuesta sísmica del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021?. Y los **problemas específicos** se detallan de la siguiente manera: ¿Cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la cortante basal del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín - 2021?. ¿Cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la distorsión del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021?. ¿Cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en el esfuerzo a la compresión del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021?. ¿Cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en el esfuerzo al corte del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021?

La aplicación práctica se enfoca desde el punto de vista estructural y busca analizar el comportamiento estructural que ofrecen estas edificaciones ante eventos sísmicos y los resultados que se obtengan de este trabajo de investigación ayudarán a conocer las diferencias en cuanto al comportamiento estructural ante sismos de los sistemas MDL y Albañilería Confinada para poder elegir la mejor opción. Referente a lo social, se busca garantizar la seguridad a los habitantes del distrito de San Ramón ante cualquier movimiento sísmico, por ello en esta investigación se compara los ya mencionados sistemas estructurales para conocer cuál de los dos tiene mejor respuesta sísmica para así evitar el riesgo de que las estructuras queden con graves daños o en el peor de los casos colapsen, siempre teniendo en cuenta que lo que se debe evitar es la pérdida de vidas humanas.

En relación al problema se determinó el **objetivo general** el cual es determinar cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la respuesta sísmica del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021; y los **objetivos específicos** son los siguientes: Evaluar cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la cortante basal del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021. Evaluar cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la distorsión del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021. Evaluar cómo influye el sistema MDL y

Albañilería Confinada en el esfuerzo a la compresión del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021. Evaluar cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en el esfuerzo al corte del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021

Por último, se planteó como **hipótesis general** que el sistema MDL influye de manera positiva en la respuesta sísmica del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021. Por otro lado, las **hipótesis específicas** son las siguientes: El sistema MDL influye positivamente en la cortante basal del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021. El sistema de MDL influye positivamente en la distorsión del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021. El sistema MDL influye positivamente en el esfuerzo a la compresión del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021. El sistema MDL influye positivamente en el esfuerzo al corte del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Cáceres y Enríquez (2017) en su investigación **“Análisis de costos, Diseño sismorresistente – Estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería estructural de un edificio multifamiliar”**, tuvo como objetivo principal comparar la respuesta sísmica que presentan dos edificaciones, una empleando muros de concreto armado frente a una de albañilería estructural. De acuerdo a los resultados obtenidos del software ETABS se fundamenta que el sistema MCA tiene un peso menor a diferencia del sistema AE que lo supera en 39.83 ton; por lo cual el sistema AE toma mayor cortante basal. Ambos sistemas estructurales, tanto MCA y AE no superan los desplazamientos máximos permitido que es 0.005 tal como lo especifica la norma E 030, siendo las derivas para el sistema MCA 0.00156 en “X” y 0.00090 “Y” y para el sistema AE 0.00169 en “X” y 0.00135 en “Y”. De ello se concluye que los desplazamientos laterales máximos de entrepiso obtenidos son inferiores en 0.00013 para “X” y 0.00045 en “Y” empleando el sistema estructural de Albañilería. Como aporte, el autor da a conocer que los MDL no deben ser muy largos, señala que, para lograr un mejor performance estructural, la longitud de los MDL deberá ser similar a los de Albañilería Confinada, es decir, alrededor de 4 metros de longitud y así se tendrá un mejor comportamiento estructural.

Vizconde (2015) en su investigación **“Estudio de la calidad en la construcción de viviendas con el sistema constructivo muros de ductilidad limitada en la ciudad de Guayaquil y propuesta para su correcto funcionamiento”** cuyo objetivo fue evaluar los factores que afectan la calidad en viviendas de hasta 3 pisos construidas con el sistema MDL, para proponer una mejora en la gestión de la calidad de este tipo de edificaciones y con ello poder plantear una mejora constructiva. Se obtuvieron resultados en los ensayos una baja resistencia a compresión de concreto f'_c , por lo cual los condominios E y F no cumplen el criterio establecido en un 77% y 46% respectivamente. Por los resultados obtenidos se concluye la baja calidad del concreto.

Granados y López (2012) en su estudio **“Diseño de un edificio de muros de ductilidad limitada de cinco niveles”**, el cual tuvo como objetivo realizar el análisis y diseño estructural en concreto armado de un edificio multifamiliar de cinco

pisos ubicado en el distrito de Chorrillos, complementando la respuesta del edificio ante dos acelerogramas peruanos, los de la Molina del 9 de noviembre de 1974 y de Pisco del 15 de agosto del 2007. De ello se llegó a la conclusión de que se cuenta con buena densidad de muros en la distribución en planta y altura en ambas direcciones. Se clasificó al edificio como regular por su distribución en planta y altura. Debido a la buena simetría en planta el edificio no tuvo efectos de torsión.

Alarcon (2017) en el estudio titulado “**Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo – Concepción – 2016**”, cuyo objetivo fue dar a conocer las características técnicas de las unidades de albañilería fabricadas en el anexo de Palian y distrito de Quilcas, es una investigación de tipo aplicada, de nivel descriptivo – correlacional. Se obtuvo como conclusión que los muros de albañilería confinada compuesto por estos ladrillos de arcilla fabricados en el anexo de Palian poseen un mal comportamiento estructural en edificaciones de 5 pisos; ya que presenta fallas de corte por agrietamiento en los 4 pisos. Los resultados de los ensayos a resistencia a compresión determinaron que los ladrillos macizos artesanales fabricados en el Anexo de Palian poseen una resistencia a compresión baja de 73.52 kg/cm². Los ladrillos macizos artesanales fabricados en el distrito de Quilcas poseen una resistencia a compresión aún más baja que el anterior de 61.12 kg/cm². Los ladrillos de arcilla cocida del anexo de Palian demostraron tener mejor calidad respecto a los ensayos de compresión axial a las unidades de albañilería. La gran posibilidad ante este hecho es el que las unidades de albañilería del distrito de Quilcas presentaron mayor profundidad y deformación en su superficie de asiento, Notándose también que estas unidades del distrito de Quilcas presentaban sonidos metálicos al golpe, aspecto que disminuye su resistencia al poseer características de vitrificación.

Almeida (2015) realizó la investigación “**Análisis experimental de muros delgados de hormigón armado para viviendas de baja altura**”, el cual tuvo como objetivo evaluar experimentalmente el desempeño sísmico de muros delgados de hormigón armado que poseen malla de refuerzo central única. Se concluyó que todos los muros tuvieron falla por corte, ya que obedecen a los parámetros

establecidos, por otro lado, se observó que la falla en los muros de hormigón armado con malla de alambre electrosoldado fue frágil debido a que la capacidad de elongación de la malla de alambre es restringida.

Ruiz (2017) realizó la investigación **“Macromodelación numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla”**, cuyo objetivo fue calibrar las propiedades plásticas de la albañilería ensayada en laboratorio y así, caracterizar su comportamiento estructural a compresión y tracción. Se utilizó una metodología de revisión bibliográfica, participación en ensayos de laboratorio, evaluación de resultados de ensayos y, a partir de ello, la calibración de las propiedades mecánicas inelásticas. Se obtuvieron como resultado la resistencia máxima a compresión y tracción, módulo de elasticidad, módulo de corte, y las curvas carga-deformación del material, en la etapa elástica de su comportamiento. Se concluyó que los modelos únicamente elásticos son de utilidad; ya que permiten que se comprenda de mejor manera la distribución de esfuerzos que se produce en las estructuras a analizar. Asimismo, un modelo elástico permite familiarizarse con el material y sus propiedades básicas y comprender las características del programa que se emplee para el modelamiento.

Quiroz (2016), en su investigación **“Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en la ciudad de Cajamarca”**. Su objetivo fue comparar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar con los sistemas MDL y albañilería confinada. Se concluyó que con respecto al comportamiento estructural el sistema MDL presenta menos deformaciones en sus niveles obteniendo 0.0016, por lo cual tiende ser más rígido y su falla puede ser explosivo, por otro lado, los muros de albañilería confinada presentan más deformaciones con 0.0035; por lo cual tiende a ser más dúctil y no tiene una falla explosiva.

Carnero (2019) realizó la investigación **“Análisis lineal comparativo entre sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada, Lima – 2019”**, cuyo objetivo fue determinar el comportamiento lineal de los sistemas

estructurales MDL y albañilería confinada frente a la amenaza sísmica, empleando un tipo de investigación aplicada. En los resultados se observa que la cortante basal en el sistema de albañilería confinada en el eje “X” toma 1095.89ton y en el eje “Y” 1068.78ton, en comparación con el sistema MDL, en el cual se obtuvo en el eje “X” 758.69tn y en el eje “Y” 758.70tn. Se concluyó que el sistema que toma mayor cortante basal frente a la amenaza sísmica es el sistema de Albañilería Confinada; ya que excede al sistema MDL en la dirección “X” en 27.47 % y en la dirección “Y” en 29.06%, esto debido a que el sistema de albañilería confinada presenta mayor peso.

Lingán (2018) realizó la investigación **“Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada para una vivienda multifamiliar”**, cuyo objetivo fue el análisis del comportamiento estructural frente a la amenaza sísmica en la construcción de una vivienda multifamiliar empleando los sistemas MDL y albañilería confinada. Con los resultados obtenidos se concluyó que el sistema MDL muestra una deriva máxima de 0.00033 en ambas direcciones mientras que el sistema de albañilería confinada (AC) presenta una distorsión de 0.0031 en el eje “X” y 0.0047 en el eje “Y”, con la cual ambos sistemas cumplen con las limitaciones menores a 0.005; es por ello que se concluye que el sistema de albañilería confinada (AC) presenta mayores deformaciones lo cual lo hace más dúctil frente al sistema MDL que tiende a ser más rígido mostrando menos deformación.

Huamán (2018), en la investigación **“Análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada en la construcción de un condominio”**, tuvo como objetivo determinar la influencia de realizar un análisis estructural en la construcción del condominio “El Pando” de los sistemas compuestos por albañilería confinada y MDL. En la metodología se empleó el Análisis Estático, Dinámico Modal Espectral y se empleó el RNE. De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo concluir que ambos sistemas estructurales influyen positivamente en la construcción del condominio antes mencionado, según los resultados obtenidos para el Bloque I las máximas distorsiones del sistema AC son 0.00167 en X-X y 0.00132 en Y-Y, para el Bloque II es 0.00227 en X-X y 0.00124

en Y-Y; para el Bloque I del sistema MDL las máximas distorsiones 0.00092 en X-X y 0.00054 en Y-Y y para el Bloque II es 0.00033 en X-X y 0.00039 en Y-Y. Tal como se puede observar ambos sistemas estructurales presentan distorsiones de entrepiso menores al valor máximo que exige la norma de 0.005.

Egoabil (2019) en la investigación “**Análisis y diseño estructural de un edificio de viviendas multifamiliares de 6 pisos con muros de ductilidad limitada**”, tuvo como objetivo determinar los criterios estructurales para el diseño de un edificio de seis pisos empleando el sistema estructural de muros de ductilidad limitada ante solicitaciones dinámicas y estáticas, en el distrito de Concepción. Se empleó el análisis estático y dinámico modal espectral. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que las derivas de diseño se encuentran dentro del rango indicado por la norma E0.30 (Diseño Sismorresistente); correspondiendo a la dirección “X” una deriva máxima de 0.0011 y en la dirección “Y”, 0.0019. Además, se observa que el análisis estático es más conservador puesto que las derivas obtenidas en el análisis estático tienen una variación del 62%, para la dirección “X” y 23% para la dirección “Y” respecto a las derivas del análisis dinámico.

Vargas C. y Terrazos M. (2016) en su investigación “**Diseño Estructural de un Edificio de 7 Pisos con Muros de Ductilidad Limitada**”, cuyo objetivo fue realizar el análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar de siete pisos con muros de concreto armado de ductilidad limitada, en el cual se desarrolló un cuadro comparativo del análisis sísmico con la norma sismorresistente 2003 y 2016 para definir los parámetros y consideraciones generales. Se empleó la superposición espectral en el análisis sísmico con la norma E.030 (2003) obteniendo derivas correspondientes a 2% y 1.13% en la dirección XX y YY respectivamente y con la nueva norma E.030 (2016) se obtuvo derivas de 3.04% en la dirección XX y 1.69% en la dirección YY, con lo cual se corrobora que en ambos casos se cumple con el límite máximo requerido en la norma.

Merodio y Vásquez (2018) realizaron la investigación “**Estudio comparativo del comportamiento y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos diseñado con los sistemas de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad**

Limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura”, que tuvo como objetivo principal analizar el comportamiento estructural de los sistemas de albañilería confinada y MDL en una edificación de cinco niveles, se desarrolló la metodología de investigación aplicada, los resultados indicaron que en la dirección X-X los muros de sistema MDL admite mayor esfuerzo a carga axial en 1.33 veces más que el sistema de Albañilería confinada, de la misma manera el eje Y-Y del sistema MDL supera en 2.29 veces el esfuerzo axial admisible comparado al sistema de Albañilería Confinada.

Deza y Orihuela (2019), realizaron la investigación **“Parámetros comparativos de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada del edificio multifamiliar de 5 niveles, residencial Araya en el distrito de Santiago de Surco – 2019”**, el cual tuvo como objetivo establecer los parámetros para la construcción de una vivienda multifamiliar de 5 niveles construida con los sistemas de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada en el distrito de Santiago de Surco. Se concluyó que al realizarse el procedimiento de análisis de ambos sistemas estructurales se obtuvo resultados favorables, las condiciones que establecen las norma E070 de Albañilería Confinada y E060 de Concreto Armado, para el diseño por corte cumplieron en ambos casos y en consecuencia ningún muro analizado falla por corte.

Contantinescu, S (2017), en su artículo titulado **“Study of confined Masonry Buildings in Seismic Areas”**, tuvo como objetivo demostrar un comportamiento dúctil deseado en la estructura, así como analizar el comportamiento de los paños de mampostería aplicando el método de análisis no lineal, esto se dio mediante la realización de un modelo 3D que permitió exponer la estructura y todo su desempeño para luego evaluar y analizar la capacidad de ductilidad que tiene cada muro para cada modelo por separado. Se concluyó que al estar la estructura compuesta por vigas peraltadas de dimensiones 45 – 50 cm de peralte por 30 de base y teniendo otras de 50 x 50 cm y al ser de baja altura posee un comportamiento rígido originado por la albañilería confinada. Como aporte el autor nos indica que para mostrar el comportamiento de la estructura y conocer cuál es la ductilidad que cada uno de sus muros posee es necesario realizar un análisis

comparativo de la ductilidad de las paredes debido a que cuando la estructura sale del estado límite último elástico e incursiona en el estado plástico, son las vigas de conexión las primeras en alcanzar el límite de falla. Pero es necesario que esto sea estudiado y analizado juntamente con el agrietamiento que presenta la mampostería y cuando se alcanza la máxima deformación el muro de mampostería. Es válido aclarar que los elementos de confinamiento entran en estado plástico cuando las barras de refuerzo (acero) logran alcanzar su límite elástico.

Helou, Samir y Awad, Riyad (2016), en su artículo **“Seismic Analysis of a Masonry Reinforced Concrete Shear Wall Building with Severe Architectural Irregularity, A Colloquial Discourse”**. Tuvo como objetivo realizar un modelo estructural que permita reducir la irregularidad arquitectónica de una edificación tanto en planta como en elevación, mediante la adecuada distribución de muros de corte o también conocido como placas de concreto armado. La metodología empleada para el diseño fue de acuerdo al código de construcción uniforme de 1997. Los resultados indicaron que las estructuras que muestran irregularidad en plano, son irregulares también desde el punto de vista estructural, pero se ha demostrado que con una adecuada y juiciosa colocación de muros de corte es muy probable que el efecto de torsión disminuya grandemente. Se afirma que los muros de mampostería no reforzada no cumplen la finalidad de un muro de corte. Ante ello se puede decir que identificar la ubicación de las zonas donde deberán ser colocados los muros de concreto tiene como consecuencia un apropiado rendimiento estructural ante la amenaza sísmica. En esta investigación se puede comprobar que analizando cuales son las zonas que presentan mayor deficiencia estructural y colocando elementos estructurales que proporcionan gran rigidez como lo son los muros de concreto armado, justo en zonas donde se requiere mayor rigidez, entonces sí se puede reducir significativamente los efectos de irregularidad torsional.

El Betar (2015) en su artículo **“Seismic performance of existing R.C. framed buildings”**, cuyo objetivo fue predecir el riesgo sísmico de edificios existentes con marcos de concreto a partir de la determinación de sus deficiencias estructurales, así como analizar la vulnerabilidad de estos edificios, los mismos que se dividen en

dos grupos los que están diseñados solo para soportar cargas de gravedad (GLD) y Los edificios diseñados por el (EC-1994). Se utilizó la metodología del diseño egipcio del código EC - 1994 y ECP-2012. Se realizó un análisis estático no lineal del empuje para analizar la fuerza real de los edificios enmarcados de tres, seis y diez pisos. Se concluyó que en edificios GLD de tres pisos, la fuerza lateral del marco, es apropiada para soportar la fuerza sísmica generada por la aceleración del suelo. Sin embargo, es probable que los edificios GLD de seis y diez pisos presenten fallas debido a que la aceleración del suelo presenta picos superiores a 0.125 g. Por lo tanto, para evitar la vulnerabilidad, se recomendó que los edificios GLD sean reforzados. Por otro lado, los edificios diseñados con el CE-94 los marcos tienen un comportamiento elástico cuando su exposición a la planta de aceleración es de 0,2 g. Para aquellas que están entre 0,2g a 0,25g el daño ocasionado podría ser ligero.

Lakshmi y Santhi (2016), realizaron el artículo titulado **“Seismic Evaluation of residential building with masonry wall using ETABS”**, el cual tuvo como objetivo evaluar edificios compuestos de hormigón reforzado con muros de mampostería de ladrillo que son sometidos a cargas sísmicas, se plantea estudiar cual es la influencia del muro de mampostería en la resistencia sísmica de una edificación de concreto reforzado. Se empleó en la metodología la norma IS 456 -2000 para el diseño, para la definición de cargas laterales se empleará la norma IS 1893-2002 (parte I) y para el análisis de los parámetros denominados como “no lineales” se realizará un análisis “PUSHOVER” con ayuda del software ETABS. Los resultados de las experimentaciones indicaron que, si se considera el muro de mampostería, se incrementara la rigidez debido a la transferencia directa de los esfuerzos de la estructura y se disminuirán los desplazamientos laterales. El aporte de los autores anteriormente citados es el de dar a conocer que, si se incluye muros de ladrillo de mampostería a edificios de concreto (pórticos), se incrementa la rigidez de la estructura en general. Para ello es necesario conocer en primera instancia cuál es la resistencia de los marcos de concreto sin el muro de albañilería, para luego conocer la variación cuando se le incluye dicho muro, y el análisis es completamente necesario ya que se podría suponer que los muros de albañilería simple como tal, solo son paños de relleno. Sin embargo, el análisis “PUSHOVER”

sustenta que cuando los muros son incluidos en el análisis los desplazamientos de la estructura disminuyen por lo cual se entiende que la edificación se rigidiza un poco más.

Yadunandan y Kiran (2017), en su artículo **“Study on behaviour of RC structure with infill walls due to seismic loads”**. Tuvo como objetivo evaluar una estructura que se constituye con un marco de concreto reforzado con un muro con ladrillo de relleno con la finalidad de determinar y analizar su comportamiento estructural y establecer alternativas para incrementar su rigidez y resistencia lateral del edificio. Se realizó un modelo estructural para posteriormente realizar el análisis dinámico lineal. Los resultados indicaron que el hecho de utilizar ladrillo como relleno para los marcos de concreto reforzados (pórticos) proporciona un mejor comportamiento estructural de la edificación, reduciendo las fuerzas producidas por el sismo en planta y respecto al desplazamiento lateral. El aporte de los citados autores nos indica que colocar unidades de ladrillo de mampostería en los marcos el pórtico incrementa la rigidez de la estructura y logra aumentar la capacidad portante de cizallamiento en la base. Sin embargo, el efecto que tendrá el relleno sobre la rigidez lateral del muro de albañilería será de acuerdo a lo que se considere. En el caso de que el pórtico en estudio tiene una apertura que supera el 40% del área del relleno y el marco se analizan como un pórtico solo.

Sukrawa, M; Pringgana, G and Ratih, P (2018), en su artículo **“Modelling of confined masonry structure and its application for the design of multi-story building”**, tuvo como objetivo conocer el comportamiento de las edificaciones de albañilería confinada de tres pisos aplicando cargas sísmicas. Se realizó el modelo CM la cual muestra una curva muy similar a la curva de deformación, para el modelo se utilizó elementos carcasa de paños de albañilería, vigas de soleras y columnas de confinamiento de concreto armado. Cabe resaltar que se empleó menor densidad de muros que las sugeridas. Se llegó a la conclusión de que las tensiones que presenta el muro bajo efectos de carga sísmica fueron menor a la resistencia del muro, en lo que respecta al desplazamiento fue de 0.06% más pequeña siendo el límite 0.2%. Sin embargo, la tensión máxima observada en las esquinas del muro hace necesario el mejorar la densidad de muros y su confinamiento.

Aguiar, N y Ortiz, D (2017) en su artículo **“Seismic Analysis of a twelve story building of Manta City considering soil structure interaction”**, tuvo como objetivo el análisis sísmico de un edificio, ubicado en la ciudad de Manta. Se utilizó la metodología de la ASCE-10 para obtener un modelo simplificado de un grado de libertad equivalente y la guía NEHRP-12 para considerar interacción suelo estructura. Se aplicó también el método espectral con los cuales se obtuvo el desplazamiento y fuerzas en el centro de masas, se obtuvieron derivas de piso no mayores al 70% en los primeros 10 pisos, con lo cual se revela que la estructura sufrió poco daño.

Tanganelli, M; Rotunno, T; Cardinali, V and Viti, S. (2018), en su artículo titulado **“Public Housing in Florence: Seismic Assessment of Masonry Buildings”**. Tuvo como objetivo analizar el comportamiento sísmico de una edificación de mampostería que pertenece a viviendas públicas de Florencia, para este estudio se realizó un análisis estático no lineal, donde se tomó en cuenta las propiedades del suelo y la geología de la misma. Se concluyó que respecto al estado límite de seguridad de vida, las edificaciones superaron el límite de seguridad de acuerdo con la NTC 2008 para periodos de retornos que están en el intervalo de 350 años y 1200 años, del mismo modo con respecto al estado límite de limitación de daños, de acuerdo al código para periodos de retorno que están en el intervalo de 100 años y 450 años las edificaciones fueron superiores al nivel de seguridad, en conclusión decimos que las edificaciones muestran concordancia con el estado límite indicado por la NTC 2008. De la investigación del citado autor podemos decir que es de gran importancia realizar un análisis estático no lineal en ambas direcciones a las estructuras, ya que ello ha permitido que en esta investigación se pueda conocer la capacidad sísmica que tiene una edificación con uso de vivienda para absorber las fuerzas horizontales, es decir, las fuerzas producidas por el sismo y con ello poder tener resultados más precisos acerca de los desplazamientos laterales que presentará la estructura durante la ocurrencia de un evento sísmico, que para este determinado caso se obtuvo que la edificación analizada cumple y superan los límites de seguridad de vida y los niveles de daños de acuerdo a la NTC 2008, haciéndolo más conservador.

Hussein, O; Amr, A and Mostafa, M (2014), en su artículo **“Experimental and analytical investigation of the lateral load response of confined masonry walls”**, tuvo como objetivo investigar sobre el comportamiento sísmico que tendrán los muros de mampostería confinada sujetos a cargas laterales. La experimentación se realizó mediante seis ensamblajes de pared de gran escala. Los resultados indicaron que las paredes mostraron falla de corte en el extremo de los elementos de confinamiento que fueron sutilmente reforzados en los puntales de forma diagonal originados en el muro de mampostería a causa de la tensión diagonal transversal. De acuerdo a los experimentos realizados por los citados autores se puede afirmar que para que un muro de albañilería alcance una adecuada resistencia y ductilidad, los elementos estructurales llámese columnas y vigas que vienen a ser elementos de confinamiento juegan un papel muy importante. Esto debido a que la capacidad de carga lateral en los paños de albañilería se incrementa considerablemente cuando se ha realizado un confinamiento adecuado, recomiendan que para incrementar la capacidad de carga lateral en los paños de albañilería podría usarse unidades de mampostería hecha de hormigón, ya que estos ladrillos tienen alta resistencia. Aclaran que la capacidad de carga lateral que posee un muro de albañilería es contrariamente proporcional al ancho de las perforaciones que se les hacen a estas ya sea con fines de ventana o puertas pero que son confinadas con columnas de amarre.

Kazaz, I; Gulkan, P and Yakut, A. (2007). En su artículo **“Deformation Limits for Structural Walls with Confined Boundaries”**, tuvo como objetivo investigar los límites de deformación de los muros estructurales. Para realizar esta investigación se requieren análisis avanzados e intensivos computacionalmente de elementos finitos y mediante un estudio paramétrico en modelos de muros. Las variables primarias están relacionadas a la longitud de corte y longitud de pared, longitud de pared y relación de carga axial. Concluyen proponiendo expresiones y valores límite para la capacidad de deformación máxima de los muros estructurales y su rendimiento, todo en relación a los parámetros más influyentes.

Los Muros de Ductilidad Limitada (MDL), son un sistema estructural que se caracteriza por estar compuesto por muros de concreto armado que cumplen función estructural y que no desarrollan desplazamientos inelásticos importantes debidos a que en ambas direcciones tienen resistencia a sismo y a cargas de gravedad (RNE E.030 – 2018). La (Norma E.030 - Diseño Sismorresistente, 2018), señala que como máximo se pueden construir ocho pisos con este sistema estructural. Del mismo modo señala que la distorsión que es el resultado de dividir el desplazamiento entre la altura de entrepiso de la edificación y el resultado de efectuar esta división no debe ser mayor a 0.005.

En cuanto a los muros de este sistema son elementos de tipo superficie constituidos de concreto armado, de espesores de entre los 10,12 y 15 cm. Según la (Norma E.060 - Concreto Armado, 2009) nos menciona que la resistencia a la compresión del concreto debe ser como mínimo de 175 kg/cm².

Para el refuerzo de muros de ductilidad limitada es necesario la disposición de acero de refuerzo en toda la longitud del muro, con la finalidad de que se introduzca en el rango inelástico. Para que los muros disipen la energía se deberá colocar elementos de borde, estos se ubican en los extremos de cada muro conformados por acero de refuerzo, importante confinamiento y con posibilidad de incrementar la sección. Este acero de refuerzo se distribuye tanto de forma vertical y horizontal, motivo por el cual en ambas direcciones del plano resisten la fuerza cortante, momento flector, fuerza axial y deslizamientos. El refuerzo se realiza con mallas electrosoldadas, el cual emplea como valor de esfuerzo de fluencia 4200 kg/cm².

(Villarreal, 2013), menciona que este tipo de sistema estructural cuenta con alta densidad en sus muros; por lo cual reduce los desplazamientos laterales producidos por los sismos, esto se da porque los ambientes son separados por muros estructurales de espesor reducido. La función de estos muros consiste en soportar cargas verticales y cargas laterales de sismo y de viento.

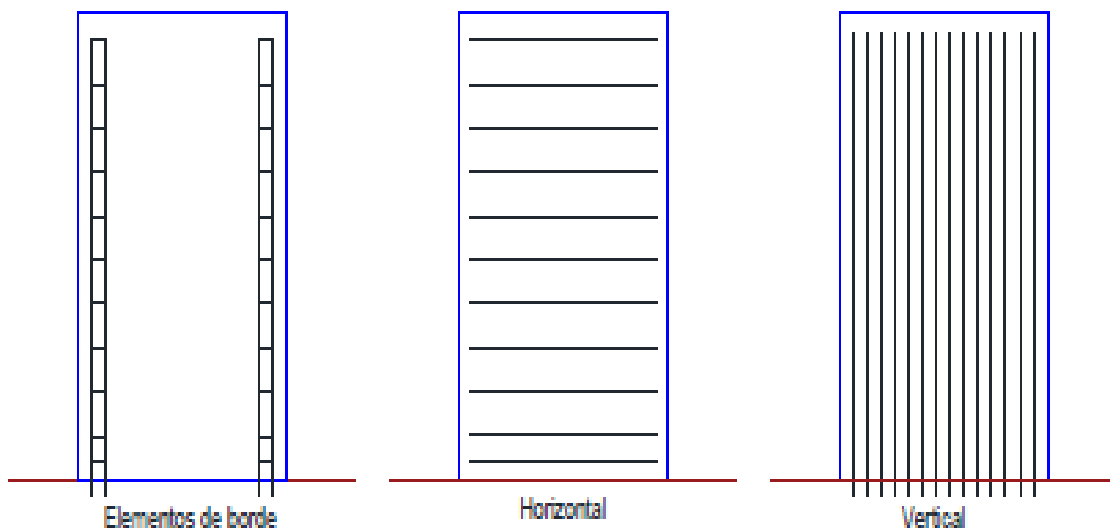


Figura 1: Tipos de refuerzo en MDL



Figura 2: Exterior (MDL) – Lado izquierdo / Interior (MDL)

La Albañilería Confinada (AC) es un sistema estructural de albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. (RNE E.070 – 2006).

La (Norma Técnica E.070 - Albañilería , 2006), menciona que con este sistema se pueden construir hasta 5 pisos o 15 m de altura. Este es una técnica de

construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda con elementos de concreto armado en todo su perímetro. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, entre otros elementos. Primero se construye el paño o muro de ladrillo, dejando la conexión, ya sea dentada o al ras, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y finalmente, se construye el techo en conjunto de vigas.

(Villarreal, 2013) menciona que este sistema se encuentra enmarcado por columnas y vigas de refuerzo en sus cuatro lados; sus principales ventajas son que sus materiales son de alta resistencia al fuego, es uno de los sistemas de construcción más utilizados en el medio, con lo cual es fácil de conseguir mano de obra y es muy resistente a sismos; por otro lado sus desventajas son que el espesor del muro quita área en los ambientes y por cumplir función estructural éstos no se podrán cambiar en el caso se requieran hacer modificaciones interiores.

Los elementos que componen este sistema son cimentación: La cimentación utilizada es el “cimiento corrido”, cuyas dimensiones se sujetarán al tipo de suelo y el peso que soportará la estructura; muros: Son muros portantes los cuales brindan fortaleza y solidez necesaria a la vivienda, su función es transmitir las cargas horizontales y verticales hacia la cimentación; columnas: Es un elemento vertical cuya función es transmitir las cargas verticales hacia la cimentación; viga: Elemento horizontal cuya función es transmitir las cargas originadas desde la losa a los muros; y losa aligera: La cual está compuesta de concreto armado y se apoyan sobre muros portantes, vigas o placas.

Este sistema de Albañilería Confinada deberá obedecer a las exigencias normadas para el cálculo y diseño de la estructura de albañilería. Para que el confinamiento cumpla con lo requerido, el paño de albañilería deberá estar completamente enmarcado por sus cuatro extremos con elementos de concreto armado; esto es muy importante ya que hará que el muro de albañilería cumpla con la función de un muro estructural.

(Astroza, Maximiliano y Schmidt, Andres, 2004, No 70) mencionan que el comportamiento estructural de un muro de albañilería depende de la calidad propia del paño de albañilería, su geometría, así como de la cuantía del refuerzo que se haya considerado para los elementos estructurales los cuales confinan. Las armaduras de acero de los elementos que confinan deberán ser diseñados para resistir los esfuerzos a corte y flexión que se generan por las cargas perpendiculares al muro, así como las tracciones que se originan debido a los momentos de flexión originados por las sollicitaciones que actúan en el plano superficial del paño de albañilería. Además, se considera necesario incrementar la colocación de estribos específicamente en las zonas donde el agrietamiento del paño tiende propagarse, esto con la finalidad de que la grieta no atraviese la columna de muro y que no se origine una rotulación en los elementos de confinamiento. (2004, p.60)



Figura 3: Albañilería confinada

Cortante Basal

El **cortante basal** es la acumulación progresiva de las fuerzas **cortantes** de cada piso, el cual se refleja en la base del mismo. Los **cortantes** en cada piso son la aplicación de la fuerza sísmica en un nivel determinado, el cual se va acumulando a medida que nos vamos acercando a la base.

Según la (Norma E.030 - Diseño Sismorresistente, 2018), la fuerza cortante total en la base de la estructura se calcula con la siguiente fórmula:

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

Donde el valor de C/R debe ser mayor o igual a 0.11.

Distorsiones

Representa la diferencia de los desplazamientos laterales totales entre dos niveles consecutivos.

Según la (Norma E.030 - Diseño Sismorresistente, 2018) los límites de distorsión por piso se rigen de acuerdo al tipo de material predominante en la edificación; los cuales se detallan en la siguiente tabla:

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

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

De acuerdo con (Borja Suárez, 2012), La investigación de tipo aplicada busca conocer, accionar, construir y cambiar un problema real, los proyectos de ingeniería civil se encuentran en este tipo de clasificación, siempre que encuentren la solución de un problema (p.10).

La presente investigación es de **tipo aplicada**, si bien es cierto se analizará el proyecto, pero en el trabajo de investigación se emplearán diversos conocimientos y se usará un programa que nos ayudarán a obtener los resultados mediante cálculos y comparaciones.

3.1.2 Diseño de la Investigación

Según (Valderrama, 2007), el diseño de la investigación cuasi experimental es utilizada cuando no es posible emplear el diseño experimental verdadero. En este, también se manipula la variable independiente para evaluar de qué forma o por qué razón sucede algo en particular en referencia al fenómeno a evaluar. El objetivo es ver los cambios en la variable dependiente de forma estricta por el investigador (p.57).

Esta investigación es de **diseño Experimental de tipo Cuasi Experimental**, ya que se manipulará la variable que son los sistemas estructurales mediante la herramienta del software ETABS y la muestra es no aleatoria; y se obtendrán resultados analíticos que posteriormente serán comparados.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Sistemas de Albañilería Confinada y de Muros de Ductilidad Limitada

Definición Conceptual: Según (Zavaleta, 2009) El sistema de Albañilería Confinada es un sistema estructural que resulta de la superposición de unidades

de albañilería unidas entre sí por mortero, el mismo que se encuentra enmarcado por concreto armado. (p.7). Por otro lado, el sistema MDL es un sistema estructural donde la resistencia a cargas sísmicas y cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado que no desarrolla desplazamientos inelásticos importantes. (p.6).

Variable Dependiente: Respuesta Sísmica

Definición Conceptual: Indicadores de los esfuerzos sísmicos de una estructura; los cuales resultan de los resultados obtenidos en los procedimientos de un análisis sísmico Estático y Dinámico Modal Espectral.

La matriz de operacionalización se encuentra en el Anexo N°2

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según (Cortez, Manuel y Iglesias, Miriam, 2004) señala que “Se define como población a la totalidad de elementos que tienen las tipologías que se está investigando, es una recopilación de elementos sobre los cuales queremos realizar una inferencia” (p.90).

Para esta investigación la población está conformada por todas aquellas edificaciones de 4 pisos construidas con el sistema MDL y Albañilería Confinada en la ciudad de San Ramón – Chanchamayo – Junín.

3.3.2 Muestra

Según (Cortez, Manuel y Iglesias, Miriam, 2004) menciona que la muestra “Es un subconjunto de la población que se toma con la finalidad de analizar las características en la población total, partiendo de una fracción de la población” (p.90).

Se tomó como muestra **no probabilística** debido al acceso a la información que se cuenta sobre esta edificación y el lugar en donde se construirá. El edificio multifamiliar de 4 pisos Los Robles se ubica en el Distrito de San Ramón, Provincia de Chanchamayo y Departamento de Junín, conformado por un sistema de muros, techo aligerado, el cual consta de 4 pisos con áreas típicas; a excepción del primer piso, el cual cuenta con un ambiente con portón a la calle para almacén o un pequeño negocio; todo ello proyectado sobre un área de terreno plano rectangular de 128 m² (8m x 16m).

3.3.3 Muestreo

Según (Cortez, Manuel y Iglesias, Miriam, 2004) menciona el muestreo “Son colecciones no traslapadas de elementos de la población que la cubren completamente” (p.90)

Se empleó un muestreo **no probabilística por conveniencia**; ya que la elección fue directa e intencionada; por lo que esta edificación se eligió por ser la más representativa de las edificaciones multifamiliares de Albañilería Confinada construidas en San Ramón, debido a que cuenta con una altura de 4 pisos; la cual es la máxima permitida para este tipo de sistema estructural, también se la eligió porque cuenta con un área promedio techada de las edificaciones de la población y un mismo tipo de suelo; el cual por ser un distrito pequeño, no es muy variado en todo su territorio.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Según (Hernandez Sampieri, 2014), las técnicas se definen como un conjunto de mecanismos, que son los medios para recoger, guardar y procesar los datos. Una técnica expresa el cómo se va a recolectar u obtener los datos, así como los instrumentos que se llevaran a cabo para obtener la información necesaria para la investigación. (p.199).

- **Observación:** Se simulará el comportamiento de los sistemas estructurales mediante el software ETABS, con el cual se obtendrán los resultados.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Según (Hernandez Sampieri, 2014), un instrumento de recolección de datos es un recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente. (p.199)

En esta investigación se utilizó el instrumento de **ficha técnica** o guía de observación.

Las fichas técnicas son:

Ficha N°1: Cortante basal (Anexo N°3)

Ficha N°2: Distorsión (Anexo N°4)

Ficha N°3-a: Esfuerzo a la compresión de muros sistema MDL (Anexo N°5)

Ficha N°3-b: Esfuerzo a la compresión de muros sistema AC (Anexo N°6)

Ficha N°4-a: Esfuerzo al corte de muros sistema MDL (Anexo N°7)

Ficha N°4-b: Esfuerzo al corte de muros sistema AC (Anexo N°8)

3.4.3 Validación de los instrumentos

Según (Hernandez Sampieri, 2014) “La validez representa el nivel real en que un instrumento mide la variable que intenta medir”. (p.200).

Para esta investigación, la validación del contenido se realizó mediante el **juicio de expertos**, conformado por 3 expertos en el tema, los cuales son ingenieros civiles colegiados. También para la presente investigación se empleará como instrumento el software ETABS 2016 para efectuar el análisis de la edificación, esta herramienta tiene validez directa ya que ha sido ampliamente verificada y aprobada y que se utiliza en diversos temas de la ingeniería.

Experto N°1 – Jorge Pairazamán Cerna	CIP 175844	(Anexo N°3 - N°8)
Experto N°2 – Raúl Vargas Villegas	CIP 201537	(Anexo N°3 - N°8)
Experto N°3 – Gregorio Choque Sullca	CIP 170270	(Anexo N°3 - N°8)

3.4.4 Confiabilidad de recolección de datos

De acuerdo con (Patil, Mahesh y Sonawane, Yogesh, 2015) “El análisis sísmico con el software ETABS muestra gran confiabilidad debido a que su verificación con la forma manual muestra gran similitud por lo cual se considera un software de gran confiabilidad” (p. 129).

Los resultados de esta investigación son confiables; ya que se usará el software “ETABS”. Además, se puede considerar resultados válidos ya que es un producto creado por la prestigiosa empresa CSI (COMPUTERS & STRUCTURES, INC) lo cual garantiza calidad del software.

- Licencia de uso del software ETABS (Anexo N°9)

3.5 Procedimiento

Al ser una investigación de enfoque cuantitativo, se realizó de la siguiente manera:

Etapa 1: Estructuración sistema MDL

Se realizó la estructuración del diseño arquitectónico propuesto para el sistema MDL

Etapa 2: Modelo y Análisis del sistema MDL

En esta etapa se elaboró el modelamiento de la edificación con sistema MDL en el software ETABS; ello incluye la inserción de datos tales como unidades de medida, definición de los materiales, características de los materiales y la inserción de los elementos estructurales en el modelo. Luego se procedió a realizar el Análisis sísmico lineal de la edificación; el cual incluye el análisis sísmico estático y el análisis sísmico dinámico, en ambos casos se procesaron los resultados para obtener la cortante basal y las distorsiones de entrepiso. Finalmente se realizó el análisis por gravedad de la edificación para obtener el esfuerzo a compresión y al corte en los muros de dicho sistema estructural.

Etapa 3: Estructuración sistema AC

Se realizó la estructuración del diseño arquitectónico propuesto para el sistema AC

Etapa 4: Modelo y Análisis del sistema AC

En esta etapa se elaboró el modelamiento de la edificación con sistema AC en el software ETABS; ello incluye la inserción de datos tales como unidades de medida, definición de los materiales, características de los materiales y la inserción de los elementos estructurales en el modelo. Luego se procedió a realizar el Análisis sísmico lineal de la edificación; el cual incluye el análisis sísmico estático y el análisis sísmico dinámico, en ambos casos se procesaron los resultados para obtener la cortante basal y las distorsiones de entrepiso. Finalmente se realizó el análisis por gravedad de la edificación para obtener el esfuerzo a compresión y al corte en los muros de dicho sistema estructural.

Etapa 5: Representación, comparación e interpretación de resultados

En esta etapa se representan los resultados en forma comparativa, presentando los valores de la cortante basal, distorsiones, esfuerzo a compresión y esfuerzo al corte en muros que se toma de cada sistema estructural.

Finalmente se realizó la discusión considerando investigaciones anteriores y se redactaron las conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos de la investigación.

3.6 Método de análisis de datos

Según (Hernandez Sampieri, 2014) El análisis actualmente se realiza mediante programas computacionales, tomando en cuenta los niveles de medición de las variables y mediante la estadística. El análisis Descriptivo lo clasifica en: Distribución de frecuencias, Medidas de tendencia Central, Medidas de variabilidad y Gráficas y puntuaciones.

Por contar con indicadores con escalas de intervalo, en esta investigación se utilizó el método **estadístico descriptivo**; ya que se procesó la información en el software

ETABS, proporcionándonos los resultados, los cuales fueron analizados y representados en tablas y gráficos.

3.7 Aspectos éticos

En esta investigación se pone en práctica los diferentes aspectos éticos y morales, la información obtenida es totalmente veraz y confidencial hechas por el autor.

Esta investigación respeta las licencias de uso; y al contar con antecedentes y teorías relacionadas a temas parecidos, respeta la autoría de los investigadores, quienes fueron debidamente citados. Toda la información que se presenta en este trabajo de investigación es respaldada por el porcentaje de "Turnitin"; el cual demuestra originalidad.

IV. RESULTADOS

4.1 Desarrollo de la investigación

Ubicación

El Edificio Multifamiliar “Los Robles”, se encuentra ubicado en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

Arquitectura

En el Edificio Multifamiliar “Los Robles”, se ha planteado la construcción de 4 pisos con un total de 04 departamentos, distribuidos uno por cada piso. La edificación se encuentra sobre un área de terreno igual a 128m². (altura de 2.80 cada piso).

La edificación tiene 11.2m de altura total. Cada departamento cuenta con: ingreso, sala-comedor, cocina, lavandería, un medio baño, dormitorio principal con baño, dos dormitorios con baño compartido; a excepción del departamento del primer piso, que cuenta adicionalmente con un ambiente con portón a la calle para almacén o un pequeño negocio. Los servicios de área común, tendedero y/o depósito se han considerado en la azotea del edificio multifamiliar.

A continuación, se presentan las vistas en planta de todos los pisos:

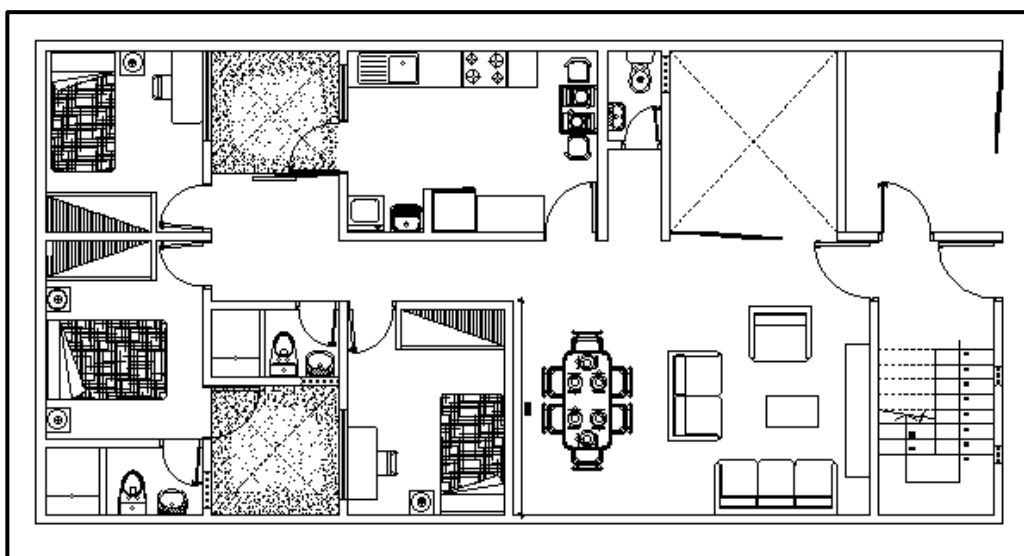


Figura 4: Distribución de áreas del 1er Piso

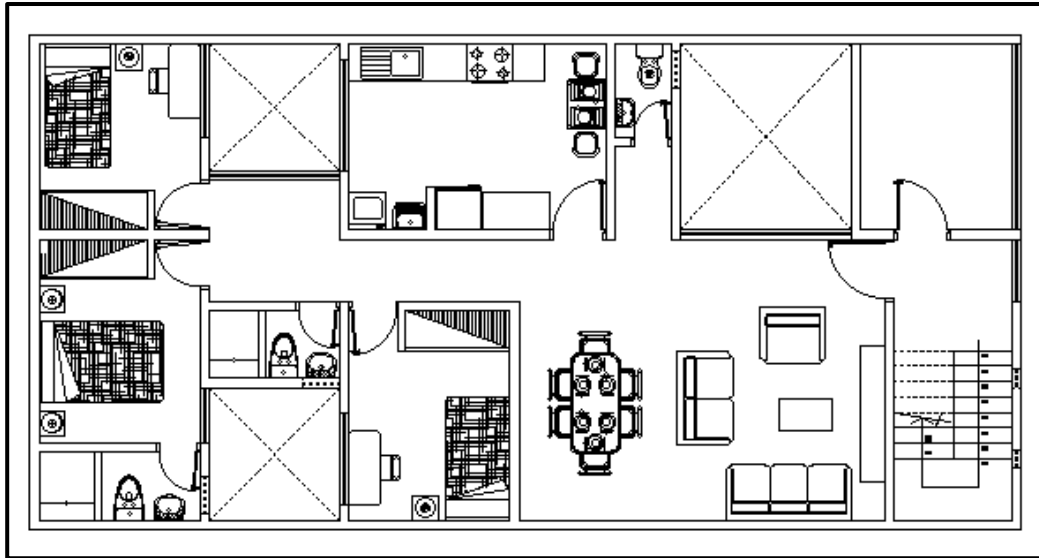


Figura 5: Distribución de áreas típicas (2°, 3°, 4° piso)

Sistema MDL

Estructuración

Se plantea para este sistema una estructuración comprendida de: muros de $e = 0.15\text{m}$, losa aligerada de $e = 0.20\text{m}$. Los muros tendrán una resistencia de concreto igual a $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y las varillas de refuerzo tendrán una resistencia a la fluencia igual a $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Concreto Armado

Resistencia del concreto:	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Módulo de Poisson:	$\mu = 0.20$
% de sobre carga:	$\% \text{ s/c} = 0.25$
Peso Unitario del Concreto:	$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$
Módulo de elasticidad:	$E_c = 15000 \cdot \sqrt{f'c} \quad E_c = 217,370.65 \text{ Kg/cm}^2$

Acero

Resistencia a la fluencia:	$f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad:	$E_c = 2000000 \text{ Kg/cm}^2$

Modelamiento estructural

El modelamiento del Edificio Multifamiliar se realizó con el apoyo del software ETABS.

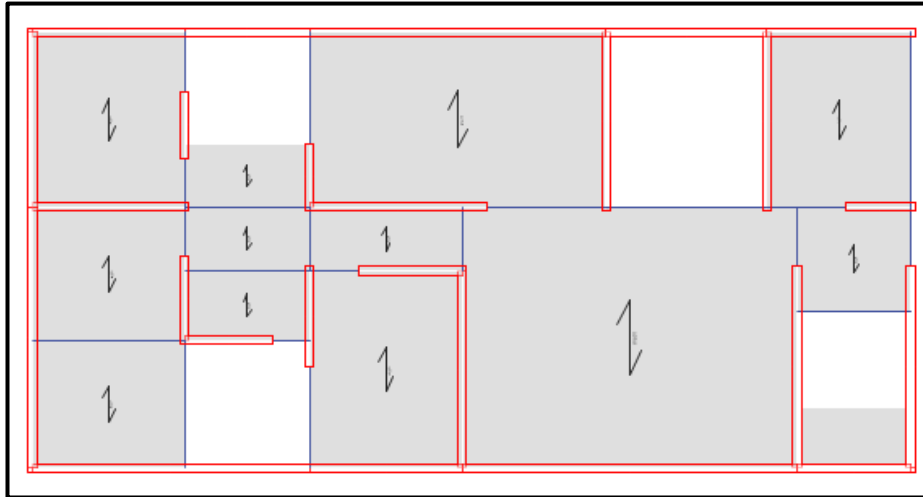


Figura 6: Vista en planta del Sistema MDL

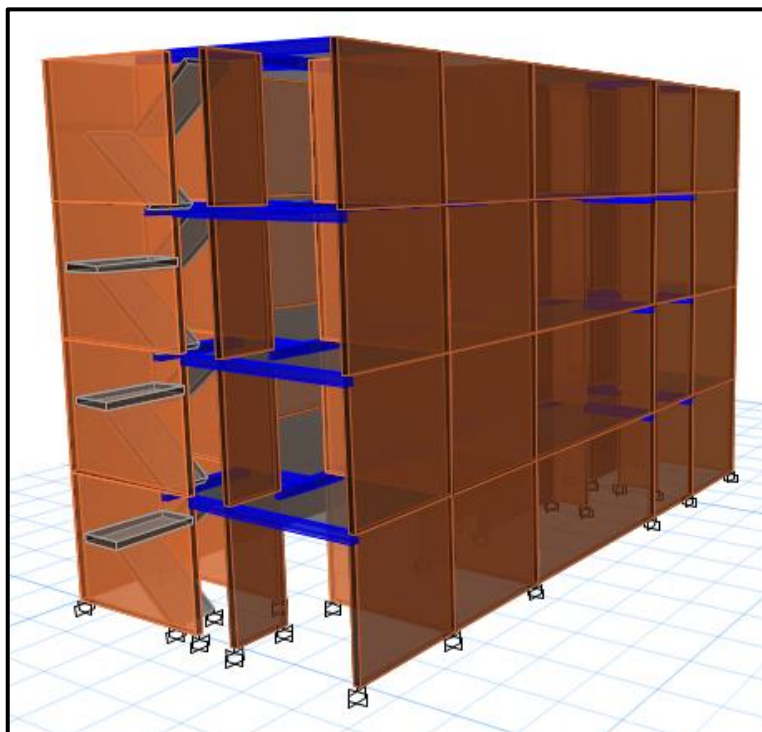


Figura 7: Vista 3D del Sistema MDL

Análisis Sísmico Edificación MDL

Parámetros (RNE E.030 Diseño Sismorresistente)

Zonificación (Z)

La edificación a construir se encuentra ubicada en el distrito de San Ramón, Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín; por lo cual, se encuentra zonificada en la Zona 2.



Tabla N°1 Factor de Zona

ZONA	FACTOR DE ZONA (Z)
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

$Z_2 = 0.25$ (Zona Sísmica 2: San Ramón)

Parámetros de Sitio (S, T_p , T_L)

El tipo de suelo donde se situará la edificación corresponde a un suelo muy rígido. Para el análisis de la edificación se le asigna el valor de $S_1=1.00$, $T_p=0.4$ y $T_L=2.50$

Tabla N°2 Factor de Suelo

ZONA/SUELO	TIPO DE SUELO (S)			
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Tabla N°3 Periodos

PERÍODOS (Tp) Y (TL)				
	S0	S1	S2	S3
Tp (S)	0.3	0.4	0.6	1
TL (S)	3	2.5	2	1.6

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Factor de amplificación sísmica (C)

Tabla N°4 Factor de amplificación sísmica

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

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

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

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Categoría de la edificación y Factor de Uso (U)

La edificación a modelar es una vivienda multifamiliar la cual clasifica como edificaciones comunes, de categoría C; por lo que tiene un valor de $U = 1.0$

Tabla N°5 Categoría de Edificaciones y Factor de uso "U"

CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
A Edificaciones esenciales	A1: Establecimientos del Sector Salud del 2° y 3° nivel según lo normado por el Ministerio de Salud	Si tienen aisladores sísmicos = 1
		Si no tienen aisladores sísmicos = 1.5
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de un sismo severo.	1.5
B Edificaciones importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas o donde guardan patrimonios valiosos	1.3
C Edificaciones comunes	Edificaciones comunes cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes	1
D Edificaciones temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Ver nota 2

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Coefficiente básico de reducción de las fuerzas sísmica (Ro)

Esto depende del sistema estructural empleado; los cuales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración predominante en cada dirección.

Para el caso de la edificación del presente proyecto, el cual pertenece a un sistema MDL en ambas direcciones, su coeficiente de reducción es igual a 4.

Tabla N°6 Coeficiente de reducción sísmica

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción Ro
Acero:	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	5
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	4
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	7
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)	4
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Regularidad Estructural

La presente edificación es clasificada como estructura regular; ya que no presenta irregularidades importantes, por lo cual toma los valores de $l_a = 1$ o $l_p = 1$

Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R)

El proyecto presenta en ambas direcciones un sistema estructural MDL

$$R = R_o * I_a * I_p$$

$$R = 4 * 1 * 1 = 4$$

Análisis Estático de la Edificación

Sismo estático en la dirección "X"

Se calculará de este análisis el Periodo Estático y la Fuerza Cortante Basal Estática con los valores de los parámetros definidos anteriormente, además de definir el Peso de la estructura y el factor de ampliación Dinámica ©.

Para calcular la Cortante Basal Estática se tiene la siguiente fórmula:

$$V_x = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

Asimismo, se debe cumplir con la siguiente restricción:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Para hallar la masa de la estructura, se considera el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, por ser una edificación de categoría C. Las masas y pesos en cada nivel son los siguientes:

Tabla N°7 Peso total de la edificación eje X

PESO TOTAL DE LA EDIFICACION		
PISOS	MASA (TN)	PESO (TN)
PISO 4	7.89	77.32
PISO 3	11.7	114.66
PISO 2	11.7	114.66
PISO 1	12.19	119.46
TOTAL	43.48	426.1

Fuente: Propia

El período fundamental (T_x) se realizará con la siguiente expresión:

$$T_x = \frac{h_n}{C_t}$$

Dónde:

h_n = Altura total de la edificación

C_t = 60 para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

De la fórmula anterior, con un $h_n = 11.2$ y un $C_t = 60$, se obtiene un $T_x = 0.19$.

Una vez obtenido el valor de T_x , se calcula el valor de C y obtenemos $C = 2.5$

De esta manera al obtener los valores de las variables a necesitar para el cálculo de la Cortante Basal, se procede al cálculo del mismo, detallado en la siguiente tabla:

Tabla N°8 Valor del cortante basal estático eje X

VALOR DEL CORTANTE BASAL		
Z	0.25	Zona sísmica 2 – Chanchamayo
U	1	Edificación común – Vivienda
S	1	Suelo tipo S1
R	4	Factor de reducción
T_p	0.4	Periodo del suelo
C_t	60	Muros de Ductilidad Limitada
C	2.5	$T < T_p$, entonces $C = 2.5$
T_x	0.19	Periodo fundamental
$\frac{ZUCS}{R}$	0.15625	Factor
P	426.1	Peso total de la estructura (T_n)
$\frac{C}{R}$	0.625	> 0.11
V_x	66.58	Cortante en la base

Fuente: Propia

Para hallar el resto de la Cortante Basal que se distribuye en cada nivel de la Edificación, se aplica la siguiente fórmula:

$$F_i = \alpha_i \cdot V \quad \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)}$$

Dónde k depende del periodo:

$$T \leq 0.5 \text{ s} \quad k = 1.0$$

$$T > 0.5 \text{ s} \quad k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$$

Para nuestro caso $T = 0.17$; por lo tanto, el valor de $K = 1.0$

Tabla N°9 Cortante basal por piso eje X

FUERZA SISMICA POR PISO EJE "X"						
PISOS	Peso Pi (Tn)	Altura hi (m)	Pi x hi	α	Fi (Tn)	Cort. Basal (Tn)
PISO 4	77.32	11.20	865.984	0.31	20.64	20.64
PISO 3	114.66	8.40	963.144	0.34	22.64	43.28
PISO 2	114.66	5.60	642.096	0.23	15.31	58.59
PISO 1	119.46	2.80	334.488	0.12	7.99	66.58
TOTAL	426.10		2805.712	1	66.58	

Fuente: Propia

Sismo estático en la dirección "Y"

Se calculará de este análisis el Periodo Estático y la Fuerza Cortante Basal Estática con los valores de los parámetros definidos anteriormente, además de definir el Peso de la estructura y el factor de ampliación Dinámica (C).

Para calcular la Cortante Basal Estática se tiene la siguiente fórmula:

$$V_y = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

Asimismo, se debe cumplir con la siguiente restricción:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Para hallar la masa de la estructura, se considera el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, por ser una edificación de categoría C. Las masas y pesos en cada nivel son los siguientes:

Tabla N°10 Peso total de la edificación eje Y

PESO TOTAL DE LA EDIFICACION		
PISOS	MASA (TN)	PESO (TN)
PISO 4	7.89	77.32
PISO 3	11.7	114.66
PISO 2	11.7	114.66
PISO 1	12.19	119.46
TOTAL	43.48	426.1

Fuente: Propia

El período fundamental (T_y) se realizará con la siguiente expresión:

$$T_y = \frac{h_n}{C_t}$$

Dónde:

h_n = Altura total de la edificación

C_t = Según lo especificado en la Norma E.030

$C_t = 60$ para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

De la fórmula anterior, con un $h_n = 11.2$ y un $C_t = 60$, se obtiene un $T_y = 0.19$.

Una vez obtenido el valor de T_y , se calcula el valor de C y obtenemos $C = 2.5$

De esta manera al obtener los valores de las variables a necesitar para el cálculo de la Cortante Basal, se procede al cálculo del mismo, detallado en la siguiente tabla:

Tabla N°11 Valor del cortante basal estático eje Y

VALOR DEL CORTANTE BASAL		
Z	0.25	Zona sísmica 2 - Chanchamayo
U	1.00	Edificación común - Vivienda
S	1.00	Suelo tipo S1
R	4.00	Factor de reducción
Tp	0.40	Periodo del suelo
Ct	60	Muros de Ductilidad Limitada
C	2.50	T < Tp, entonces C = 2.5
Ty	0.17	Periodo fundamental
ZUCS	0.15625	Factor
R		
P	426.1	Peso total de la estructura (Tn)
C	0.625	> 0.11
R		
Vy	66.58	Cortante en la base

Fuente: Propia

Para hallar el resto de la Cortante Basal que se distribuye en cada nivel de la Edificación, se aplica la siguiente fórmula:

$$F_i = \alpha_i \cdot V \quad \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Dónde k depende del periodo:

$$T \leq 0.5 \text{ s} \quad k = 1.0$$

$$T > 0.5 \text{ s} \quad k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$$

Para nuestro caso T = 0.17; por lo tanto, el valor de K = 1.0

Tabla N°12 Cortante basal por piso eje Y

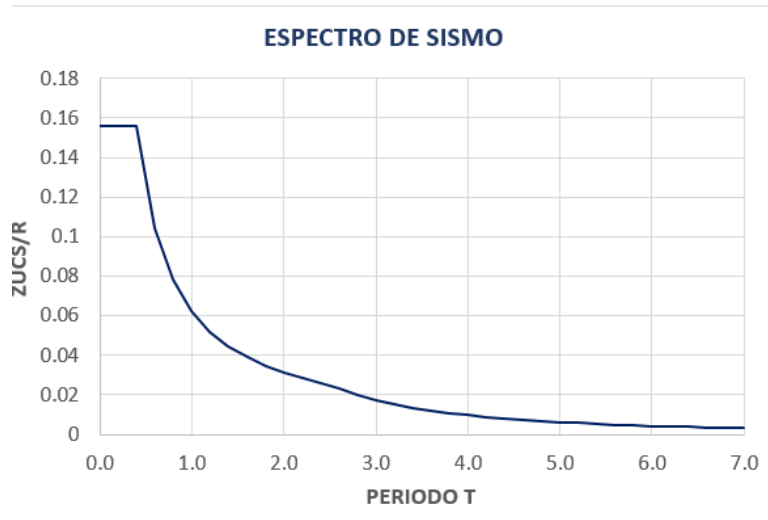
FUERZA SISMICA POR PISO EJE "Y"						
PISOS	Peso Pi (Tn)	Altura hi (m)	Pi x hi	α	Fi (Tn)	Cort. Basal (Tn)
PISO 4	77.32	11.20	865.984	0.31	20.64	20.64
PISO 3	114.66	8.40	963.144	0.34	22.64	43.28
PISO 2	114.66	5.60	642.096	0.23	15.31	58.59
PISO 1	119.46	2.80	334.488	0.12	7.99	66.58
TOTAL	426.10		2805.712	1	66.58	

Fuente: Propia

Análisis Dinámico

Figura 8: Espectro de sismo MDL

T(s)	C	ZUCS/R
0.0	2.50	0.15625
0.2	2.50	0.15625
0.3	2.50	0.15625
0.4	2.50	0.15625
0.6	1.67	0.104167
0.8	1.25	0.078125
1.0	1.00	0.062500
1.2	0.83	0.052083
1.4	0.71	0.044643
1.6	0.63	0.039063
1.8	0.56	0.034722
2.0	0.50	0.03125
2.2	0.45	0.028409
2.4	0.42	0.026042
2.6	0.37	0.0231139
2.8	0.32	0.019930
3.0	0.28	0.017361
3.2	0.24	0.015259
3.4	0.22	0.013516
3.6	0.19	0.012056
3.8	0.17	0.010821
4.0	0.16	0.009766
4.2	0.14	0.008858
4.4	0.13	0.008071
4.6	0.12	0.007384
4.8	0.11	0.006782
5.0	0.10	0.00625
5.2	0.09	0.005778
5.4	0.09	0.005358
5.6	0.08	0.004982
5.8	0.07	0.004645
6.0	0.07	0.004340
6.2	0.07	0.004065
6.4	0.06	0.003815
6.6	0.06	0.003587
6.8	0.05	0.003379
7.0	0.05	0.003189



Los periodos y la masa participante calculados mediante el análisis dinámico se realizarán para 12 modos de vibración. El número de modos de vibración se define de acuerdo al número de pisos que se construirán; por lo cual por cada nivel se tendrá 3 modos.

El resultado de los 12 modos obtenidos al analizar la estructura en el ETABS, se presenta en las siguientes tablas:

Tabla N°13 Periodos por cada modo de vibración

Caso	Modo	Periodo
Modal	1	0.159
Modal	2	0.157
Modal	3	0.155
Modal	4	0.154
Modal	5	0.092
Modal	6	0.053
Modal	7	0.051
Modal	8	0.05
Modal	9	0.05
Modal	10	0.05
Modal	11	0.046
Modal	12	0.039

Fuente: ETABS

De la tabla anterior obtenida del análisis en el ETABS se muestran los diferentes periodos por cada modo de vibración; por lo cual el periodo fundamental de la estructura en la dirección X-X queda definido por el modo 1 y en la dirección Y-Y por el modo 2.

Modo 1: Periodo X-X = 0.159 seg.

Modo 2: Periodo Y-Y = 0.157 seg.

Fuerza Cortante en la base

La Norma E.030 menciona que la fuerza cortante del primer entrepiso del edificio no deberá ser menor al 80% de la cortante calculada en el análisis estático para estructuras regulares, ni menor que el 90% en el caso de estructuras irregulares.

En caso no se cumpla lo mencionado, se deberá escalar proporcionalmente todos los resultados obtenidos, a excepción de los desplazamientos.

Cortante eje "X"

Tabla N°14 Cortante dinámico eje X

Niveles	VX
4	17.19
3	35.47
2	46.14
1	50.01

Fuente: ETABS

V dinámica > 80% V estática

V dinámica X = 50.01 tonf

V estática X = -69.47 tonf

50.01 ton > 80% x 69.47

50.01 ton > 55.58 ton **No cumple!**

Escalamos los valores para que cumpla lo estipulado en la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente"

$$\frac{55.58}{50.01} = 1.111$$

Tabla N°15 Fuerzas Cortantes por piso eje X

Niveles	MDL (VX)
4	19.10
3	39.41
2	51.26
1	55.58

Fuente: Propia

Cortante mínima eje “Y”

Tabla N°16 Cortante dinámico eje Y

Niveles	VY
4	15.07
3	33.64
2	46.36
1	52.22

Fuente: ETABS

V dinámica > 80% V estática

V dinámica Y = 52.22 tonf

V estática Y = -69.47 tonf

52.22 ton > 80% x 69.47

52.22 ton > 55.58 ton **No cumple!**

Escalamos los valores para que cumpla lo estipulado en la Norma E.030 “Diseño Sismorresistente”

$$\frac{55.58}{52.22} = 1.064$$

Tabla N°17 Fuerzas Cortantes por piso eje Y

Niveles	MDL (VY)
4	16.35
3	35.79
2	49.33
1	55.58

Fuente: Propia

Distorsiones

Sismo Dinámico X-X

Deriva de entrepiso máxima permitida = 0.005

Tabla N°18 Distorsión de entrepiso X-X

Niveles	Caso de Carga	Distorsión	0.75 x R
4	DISTORSIÓNXX Max	0.000046	0.000137
3	DISTORSIÓNXX Max	0.000047	0.000142
2	DISTORSIÓNXX Max	0.000041	0.000124
1	DISTORSIÓNXX Max	0.000023	0.000069

Fuente: ETABS

Sismo Dinámico Y-Y

Deriva de entrepiso máxima permitida = 0.005

Tabla N°19 Distorsión de entrepiso Y-Y

Niveles	Caso de Carga	Distorsión	0.75 x R
4	DISTORSIÓNYY Max	0.0000063	0.000019
3	DISTORSIÓNYY Max	0.0000090	0.000027
2	DISTORSIÓNYY Max	0.000011	0.000032
1	DISTORSIÓNYY Max	0.0000087	0.000026

Fuente: ETABS

Como se puede observar en ambas direcciones la distorsión de entrepiso se encuentra por debajo de la máxima permitida en la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente", que es 0.005 para este tipo de Sistema MDL.

Esfuerzo a compresión de muros

El cálculo del esfuerzo a compresión en los muros se realizó con la ayuda del software ETABS; en la cual se definieron las propiedades del material (concreto) y las secciones de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y losas). Este análisis se hizo considerando las cargas de servicio, es decir, carga muerta (CM) y carga viva (CV), para lo cual se etiquetó cada muro del modelo en el software ETABS para ambas direcciones (Eje X y Eje Y).

Esfuerzo en el Eje "X"

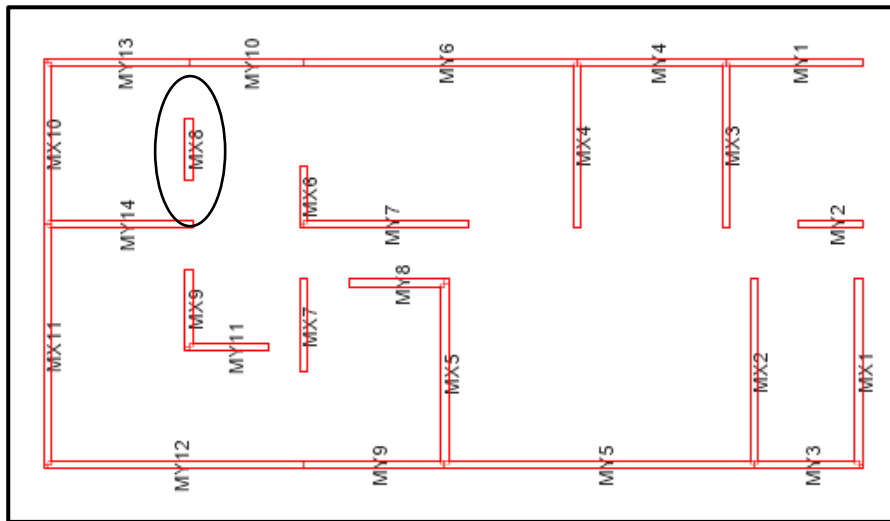


Figura 9: Modelamiento de muros MDL

A continuación, se realizó como ejemplo el cálculo del esfuerzo en el muro del primer piso que presenta menor longitud en el eje X; en este caso dicho muro es el MX8.

MX8

- **Fuerza (ton): CM + CV**

CM: 6.047 ton

CV: 0.523 ton

Fuerza: 6.57 ton

- **Área: Largo x Ancho**

1.20 m x 0.15 m = 0.18 m²

- **Esfuerzo**

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \sigma = \frac{6.57}{0.18} = 36.50 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = 0.55 \phi f'c Ag \left(1 - \left(\frac{K Lc}{32h} \right)^2 \right)$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = 0.55 \times 0.70 \times 2100 \times 0.18 \left(1 - \left(\frac{0.8 \times 2.80}{32 \times 0.15} \right)^2 \right) = 113.80 \text{ ton/m}^2$$

Posterior al presente ejemplo, se realizaron los cálculos de los esfuerzos a compresión de todos los muros correspondientes al eje “X” en el primer piso, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Esfuerzo a compresión en muros primer piso Eje “X”									
Nivel	Muro	F (CM+CV)	L	h	Área (A)	f’c	Altura	$\sigma = F/A$	$0.55\phi \cdot f'c \cdot Ag \cdot (1 - (Kl_c/32h)^2)$
1	MX1	17.11	3.55	0.15	0.53	2100	2.80	32.28	335.09
1	MX2	18.57	3.55	0.15	0.53	2100	2.80	35.04	335.09
1	MX3	34.22	3.15	0.15	0.47	2100	2.80	72.80	297.16
1	MX4	33.60	3.15	0.15	0.47	2100	2.80	71.49	297.16
1	MX5	22.46	3.55	0.15	0.53	2100	2.80	42.38	335.09
1	MX6	11.21	1.20	0.15	0.18	2100	2.80	62.26	113.80
1	MX7	13.76	1.80	0.15	0.27	2100	2.80	50.98	170.71
1	MX8	6.57	1.20	0.15	0.18	2100	2.80	36.50	113.80
1	MX9	12.47	1.60	0.15	0.24	2100	2.80	51.96	151.74
1	MX10	17.91	3.00	0.15	0.45	2100	2.80	39.80	284.51
1	MX11	31.98	4.70	0.15	0.71	2100	2.80	45.04	448.90

Esfuerzo en el Eje “Y”

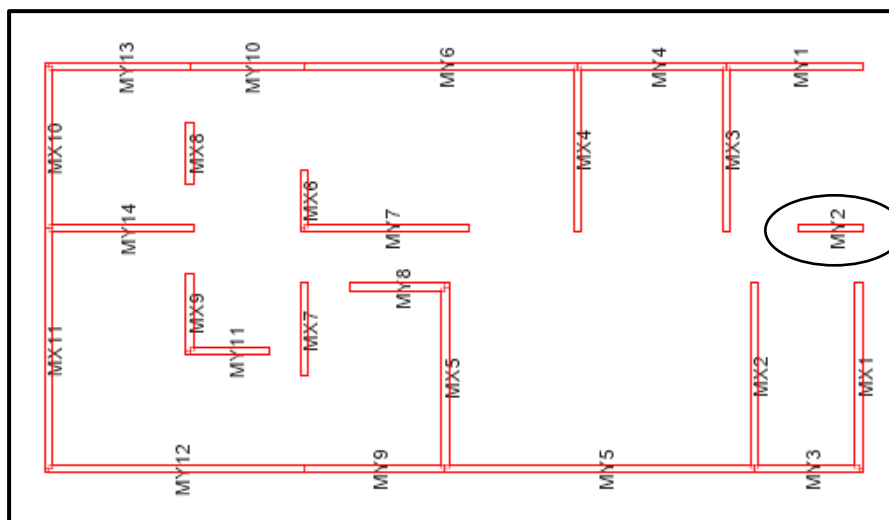


Figura 9: Modelamiento de muros MDL

A continuación, se realizó el cálculo del esfuerzo en el muro del primer piso que presenta menor longitud en el eje Y; en este caso dicho muro es el MY2.

MY2

- **Fuerza (ton): CM + CV**

CM: 11.846ton

CV: 2.972ton

Fuerza: 14.82ton

- **Área: Largo x Ancho**

1.25m x 0.15m = 0.19 m²

- **Esfuerzo**

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad \sigma = \frac{14.82}{0.19} = 78.00 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = 0.55 \phi f'c Ag \left(1 - \left(\frac{K Lc}{32h} \right)^2 \right)$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = 0.55 \times 0.70 \times 2100 \times 0.19 \left(1 - \left(\frac{0.8 \times 2.80}{32 \times 0.15} \right)^2 \right) = 120.13 \text{ ton/m}^2$$

Posterior al presente ejemplo, se realizaron los cálculos de los esfuerzos a compresión de todos los muros correspondientes al eje "Y" en el primer piso, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Esfuerzo a compresión en muros primer piso Eje "Y"									
Nivel	Muro	F (CM+CV)	L	h	Área (A)	f'c	Altura	$\sigma = F/A$	$0.55\phi \cdot f'c \cdot Ag \cdot (1 - (KLc/32h)^2)$
1	MY1	21.44	2.75	0.15	0.41	2100	2.80	52.30	259.22
1	MY2	14.82	1.25	0.15	0.19	2100	2.80	77.98	120.13
1	MY3	13.72	2.20	0.15	0.33	2100	2.80	41.57	208.64
1	MY4	21.18	2.90	0.15	0.44	2100	2.80	48.13	278.19
1	MY5	42.69	5.90	0.15	0.89	2100	2.80	47.97	562.70
1	MY6	36.06	5.20	0.15	0.78	2100	2.80	46.23	493.15
1	MY7	37.00	3.25	0.15	0.49	2100	2.80	75.52	309.80
1	MY8	10.50	1.80	0.15	0.27	2100	2.80	38.89	170.71
1	MY9	19.73	2.90	0.15	0.44	2100	2.80	44.85	278.19
1	MY10	13.57	2.40	0.15	0.36	2100	2.80	37.70	227.61
1	MY11	13.30	1.65	0.15	0.25	2100	2.80	53.19	158.06
1	MY12	35.41	5.00	0.15	0.75	2100	2.80	47.22	474.19
1	MY13	14.70	2.75	0.15	0.41	2100	2.80	35.85	259.22
1	MY14	20.79	2.90	0.15	0.44	2100	2.80	47.25	278.19

Esfuerzo al corte de muros

El cálculo del esfuerzo al corte en los muros se realizó con la ayuda del software ETABS; en la cual se definieron las propiedades del material (concreto) y las secciones de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y losas). Para este análisis se etiquetó cada muro del modelo en el software ETABS para ambas direcciones (Eje X y Eje Y).

Para el cálculo del esfuerzo al corte de muros se utilizaron las siguientes fórmulas

- $\phi V_n \geq V_u$
- $\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s$
- $\phi V_n \leq 2.7 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot A_{cw}$ (Esfuerzo cortante nominal máximo)
- $\phi V_c = A_{cw} \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{f'_c}$

Donde:

- $\alpha_c = 0.8 \rightarrow \text{si } \left(\frac{h_m}{l_m}\right) \leq 1.5$
- $\alpha_c = 0.53 \rightarrow \text{si } \left(\frac{h_m}{l_m}\right) \geq 2.5$
- $\phi V_s = A_{cw} \cdot \rho_h \cdot f_y$

Si:

- $V_u > 0.5\phi V_c \rightarrow \rho_h = 0.0025$
- $V_u < 0.5\phi V_c \rightarrow \rho_h = 0.0020$

Esfuerzo en el Eje "X"

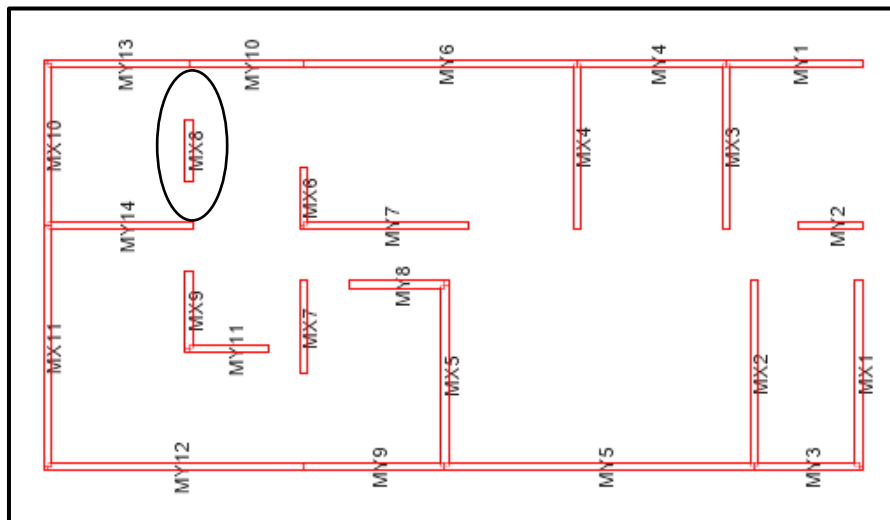


Figura 9: Modelamiento de muros MDL

A continuación, se realizó como ejemplo el cálculo del esfuerzo en el muro del primer piso que presenta menor longitud en el eje X; en este caso dicho muro es el MX8

MX8

$$\begin{aligned} A_{cw} = t \times L & \Rightarrow A_c = 15\text{cm} \times 120\text{cm} \\ & \Rightarrow A_c = 1800\text{cm}^2 \end{aligned}$$

$$\phi V_c = A_{cw} \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{f'c}$$

$$\bullet \left(\frac{h_m}{l_m} \right) = \frac{11.2}{1.2} = 9.33 \rightarrow \alpha_c = 0.53$$

$$\phi V_c = 0.85 \times 15 \times 120 \times 0.53 \cdot \sqrt{210}$$

$$\phi V_c = 11.75 \text{ Tn}$$

$$\phi V_s = A_{cw} \cdot \rho_h \cdot f_y$$

- $V_u < 0.5\phi V_c \rightarrow \rho_h = 0.0020$

$$\phi V_s = A_{cw} \cdot \rho_h \cdot f_y$$

$$\phi V_s = 0.85 \times 15 \times 120 \times 0.0020 \cdot 4200$$

$$\phi V_s = 12.85 \text{ Tn}$$

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s$$

$$\phi V_n = 11.75 + 12.85$$

$$\phi V_n = 24.60 \text{ Tn}$$

$$\phi V_n \leq 2.7 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot A_{cw} \text{ (Esfuerzo cortante nominal máximo)}$$

$$\phi V_n = 0.85 \times 2.7 \cdot \sqrt{210} \cdot 15 \times 120$$

$$\phi V_n = 59.86 \text{ Tn}$$

Posterior al presente ejemplo, se realizaron los cálculos de los esfuerzos a cortante de todos los muros correspondientes al eje "X" en el primer piso, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Esfuerzo a cortante en muros primer piso Eje "X"											
Nivel	Muro	L (cm)	t (cm)	A _{cw} (cm ²)	α _c	V _u	φV _c	ρ _h	φV _s	φV _n	φV _n máx
1	MX1	355	15	5325	0.53	6.87	34.76	0.002	38.02	72.78	177.08
1	MX2	355	15	5325	0.53	6.84	34.76	0.002	38.02	72.78	177.08
1	MX3	315	15	4725	0.53	5.76	30.84	0.002	33.74	64.58	157.13
1	MX4	315	15	4725	0.53	5.26	30.84	0.002	33.74	64.58	157.13
1	MX5	355	15	5325	0.53	7.06	34.76	0.002	38.02	72.78	177.08
1	MX6	120	15	1800	0.53	0.80	11.75	0.002	12.85	24.60	59.86
1	MX7	180	15	2700	0.53	1.24	17.62	0.002	19.28	36.90	89.79
1	MX8	120	15	1800	0.53	0.58	11.75	0.002	12.85	24.60	59.86
1	MX9	160	15	2400	0.53	1.19	15.67	0.002	17.14	32.80	79.81
1	MX10	300	15	4500	0.53	5.66	29.37	0.002	32.13	61.50	149.65
1	MX11	470	15	7050	0.56	9.00	48.63	0.002	50.34	98.96	234.44

Esfuerzo en el Eje "Y"

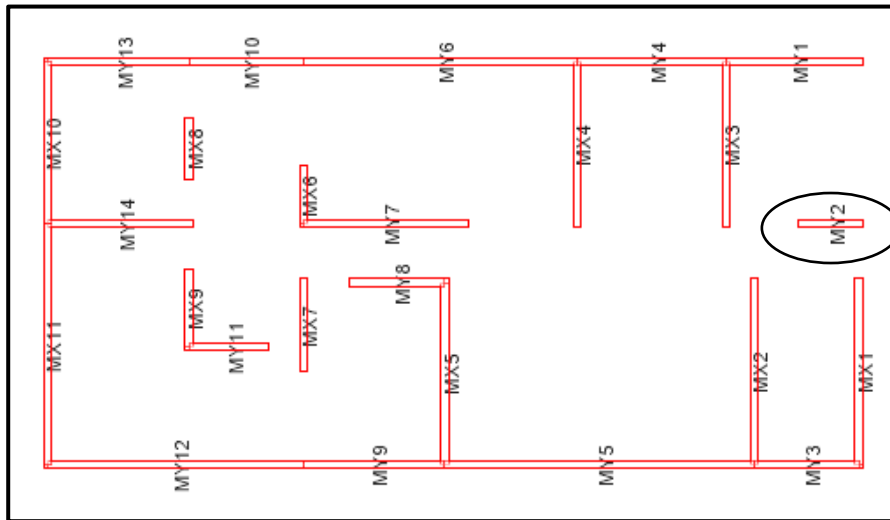


Figura 9: Modelamiento de muros MDL

A continuación, se realizó como ejemplo el cálculo del esfuerzo en el muro del primer piso que presenta menor longitud en el eje Y; en este caso dicho muro es el MY2

MY2

- $A_{cw} = t \times L \Rightarrow A_c = 15\text{cm} \times 125\text{cm}$
 $\Rightarrow A_c = 1875\text{cm}^2$

$$\phi V_c = A_{cw} \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{f'_c}$$

- $\left(\frac{h_m}{l_m}\right) = \frac{11.2}{1.25} = 8.96 \rightarrow \alpha_c = 0.53$

$$\phi V_c = 0.85 \times 15 \times 125 \times 0.53 \cdot \sqrt{210}$$

$$\phi V_c = 12.24 \text{ Tn}$$

$$\phi V_s = A_{cw} \cdot \phi_h \cdot f_y$$

- $V_u < 0.5\phi V_c \rightarrow \rho_h = 0.0020$

$$\phi V_s = A_{cw} \cdot \rho_h \cdot f_y$$

$$\phi V_s = 0.85 \times 15 \times 125 \times 0.0020 \cdot 4200$$

$$\phi V_s = 13.39 \text{ Tn}$$

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s$$

$$\phi V_n = 12.40 + 13.57$$

$$\phi V_n = 25.63 \text{ Tn}$$

$$\phi V_n \leq 2.7 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot A_{cw} \text{ (Esfuerzo cortante nominal máximo)}$$

$$\phi V_n = 0.85 \times 2.7 \cdot \sqrt{210} \cdot 15 \times 125$$

$$\phi V_n = 62.35 \text{ Tn}$$

Posterior al presente ejemplo, se realizaron los cálculos de los esfuerzos a cortante de todos los muros correspondientes al eje "Y" en el primer piso, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Esfuerzo a cortante en muros primer piso Eje "Y"											
Nivel	Muro	L (cm)	t (cm)	A _{cw} (cm ²)	α _c	V _u	φV _c	ρ _h	φV _s	φV _n	φV _{nmáx}
1	MY1	275	15	4125	0.53	2.93	26.93	0.002	29.45	56.38	137.18
1	MY2	125	15	1875	0.53	0.48	12.24	0.002	13.39	25.63	62.35
1	MY3	220	15	3300	0.53	2.34	21.54	0.002	23.56	45.10	109.74
1	MY4	290	15	4350	0.53	4.32	28.40	0.002	31.06	59.45	144.66
1	MY5	590	15	8850	0.69	8.57	75.21	0.002	63.19	138.40	294.30
1	MY6	520	15	7800	0.62	8.58	59.56	0.002	55.69	115.25	259.39
1	MY7	325	15	4875	0.53	2.69	31.82	0.002	34.81	66.63	162.12
1	MY8	180	15	2700	0.53	1.27	17.62	0.002	19.28	36.90	89.79
1	MY9	290	15	4350	0.53	3.88	28.40	0.002	31.06	59.45	144.66
1	MY10	240	15	3600	0.53	3.43	23.50	0.002	25.70	49.20	119.72
1	MY11	165	15	2475	0.53	0.91	16.16	0.002	17.67	33.83	82.31
1	MY12	500	15	7500	0.60	6.50	55.42	0.002	53.55	108.97	249.41
1	MY13	275	15	4125	0.53	3.95	26.93	0.002	29.45	56.38	137.18
1	MY14	290	15	4350	0.53	2.51	28.40	0.002	31.06	59.45	144.66

Sistema de Albañilería Confinada

Estructuración

Se plantea para este sistema una estructuración comprendida de: muros de $e = 0.15\text{m}$, columnas de $(0.25\text{m} \times 0.15\text{m})$, vigas de amarre de $(0.15\text{m} \times 0.30\text{m})$, losa aligerada de $e = 0.20\text{m}$ unidireccionales. Las losas aligeradas, columnas y vigas de concreto armado tendrán una resistencia de concreto igual a $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y las varillas de refuerzo tendrán una resistencia a la fluencia igual a $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Concreto Armado

Resistencia del concreto: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de Poisson: $\mu = 0.20$

% de sobre carga: $\% \text{ s/c} = 0.25$

Peso Unitario del Concreto: $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$

Módulo de elasticidad: $E_c = 15000 * \sqrt{f'c}$ $E_c = 217\,370.65 \text{ Kg/cm}^2$

Acero

Resistencia a la fluencia: $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_c = 2000000 \text{ Kg/cm}^2$

Albañilería

Resistencia del muro $f'm = 65 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_m = 500 * 65 = 32500 \text{ Kg/cm}^2$

Modelamiento estructural

El modelamiento del Edificio Multifamiliar se realizó con el apoyo del software ETABS.

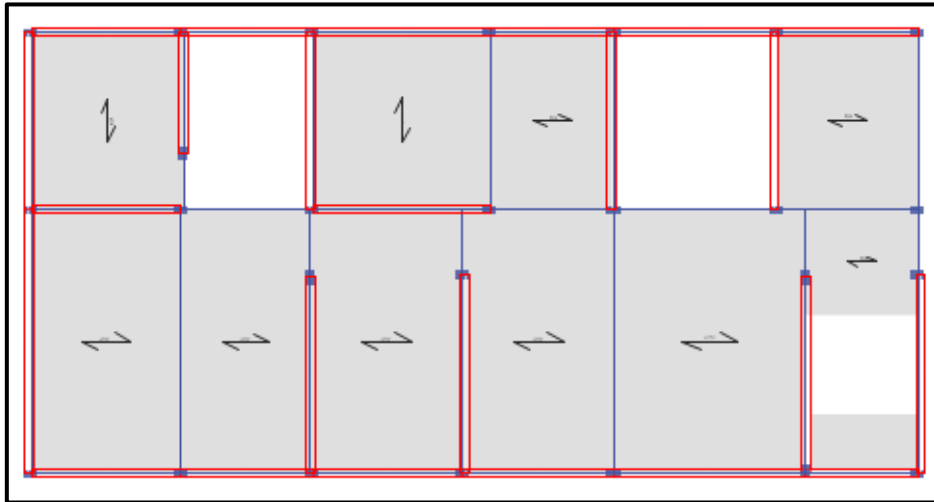


Figura 10: Vista en planta del Sistema Albañilería Confinada

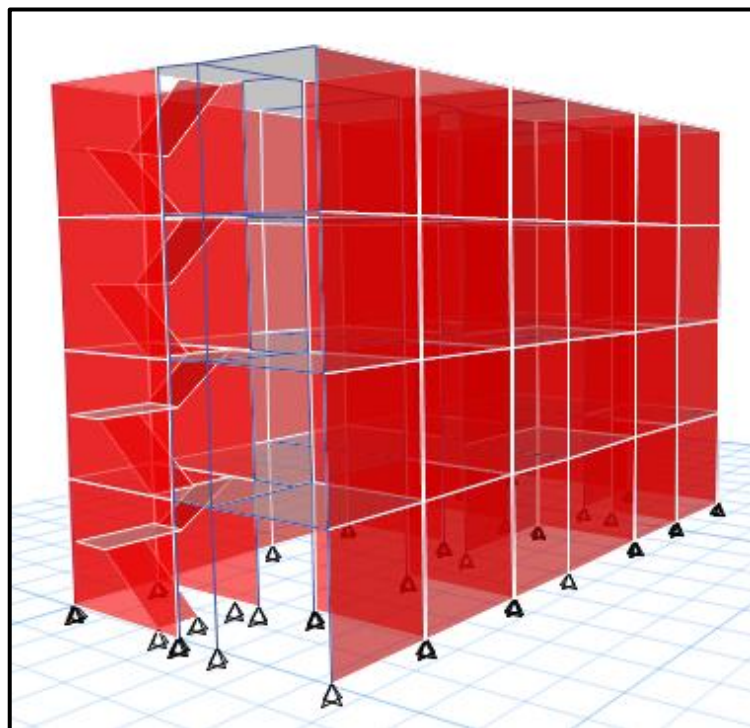


Figura 11: Vista 3D del Sistema Albañilería Confinada

Análisis Sísmico Edificación Albañilería Confinada

Parámetros (RNE E.030 Diseño Sismorresistente)

Zonificación (Z)

La edificación a construir se encuentra ubicada en el distrito de San Ramón, Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín; por lo cual, se encuentra zonificada en la Zona 2.



Tabla N°1 Factor de Zona

ZONA	FACTOR DE ZONA (Z)
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Z2 = 0.25 (Zona Sísmica 2: San Ramón)

Parámetros de Sitio (S, Tp, TL)

El tipo de suelo donde se situará la edificación corresponde a un suelo muy rígido. Para el análisis de la edificación se le asigna el valor de $S1=1.00$, $Tp=0.4$ y $TL=2.50$

Tabla N°2 Factor de Suelo

TIPO DE SUELO (S)				
ZONA/SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Tabla N°3 Periodos

PERÍODOS (Tp) Y (TL)				
	S0	S1	S2	S3
Tp (S)	0.3	0.4	0.6	1
TL (S)	3	2.5	2	1.6

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Factor de amplificación sísmica (C)

Tabla N°4 Factor de ampliación sísmica

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

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

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

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Categoría de la edificación y Factor de Uso (U)

La edificación a modelar es una vivienda multifamiliar la cual clasifica como edificaciones comunes, de categoría C; por lo que tiene un valor de $U = 1.0$

Tabla N°5 Categoría de Edificaciones y Factor de uso "U"

CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
A Edificaciones esenciales	A1: Establecimientos del Sector Salud del 2° y 3° nivel según lo normado por el Ministerio de Salud	Si tienen aisladores sísmicos = 1
		Si no tienen aisladores sísmicos = 1.5
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de un sismo severo.	1.5
B Edificaciones importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas o donde guardan patrimonios valiosos	1.3
C Edificaciones comunes	Edificaciones comunes cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes	1
D Edificaciones temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Ver nota 2

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Coefficiente básico de reducción de las fuerzas sísmica (Ro)

Esto depende del sistema estructural empleado; los cuales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración predominante en cada dirección.

Para el caso de la edificación del presente proyecto, el cual pertenece a un sistema de albañilería confinada en ambas direcciones, su coeficiente de reducción es 3.

Tabla N°6 Coeficiente de reducción sísmica

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción Ro
Acero:	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	5
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	4
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	7
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)	4
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Regularidad Estructural

La presente edificación es clasificada como estructura regular; ya que no presenta irregularidades importantes, por lo cual toma los valores de $l_a = 1$ o $l_p = 1$

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R)

El proyecto presenta en ambas direcciones un sistema estructural de albañilería confinada

$$R = R_o * I_a * I_p$$

$$R = 3 * 1 * 1 = 3$$

Análisis Estático de la Edificación

Sismo estático en la dirección "X"

Se calculará de este análisis el Periodo Estático y la Fuerza Cortante Basal Estática con los valores de los parámetros definidos anteriormente, además de definir el Peso de la estructura y el factor de ampliación Dinámica (C).

Para calcular la Cortante Basal Estática se tiene la siguiente fórmula:

$$V_x = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

Asimismo, se debe cumplir con la siguiente restricción:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Para hallar la masa de la estructura, se considera el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, por ser una edificación de categoría C. Las masas y pesos en cada nivel son los siguientes:

Tabla N°20 Peso total de la edificación eje X

PESO TOTAL DE LA EDIFICACION		
PISOS	MASA (TN)	PESO (TN)
PISO 4	9.34	91.53
PISO 3	13.17	129.07
PISO 2	13.17	129.07
PISO 1	13.17	129.07
TOTAL	48.85	478.74

Fuente: Propia

El período fundamental (Tx) se realizará con la siguiente expresión:

$$T_x = \frac{h_n}{C_t}$$

Dónde:

hn = Altura total de la edificación

Ct = Según lo especificado en la Norma E.030

Ct = 60 para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

De la fórmula anterior, con un hn = 11.2 y un Ct = 60, se obtiene un Tx = 0.19.

Una vez obtenido el valor de Tx, se calcula el valor de C y obtenemos C = 2.5

De esta manera al obtener los valores de las variables a necesitar para el cálculo de la Cortante Basal, se procede al cálculo del mismo, detallado en la siguiente tabla:

Tabla N°21 Valor del cortante basal estático eje X

VALOR DEL CORTANTE BASAL		
Z	0.25	Zona sísmica 2 - Chanchamayo
U	1.00	Edificación común - Vivienda
S	1.00	Suelo tipo S1
R	3.00	Factor de reducción
TP	0.40	Periodo del suelo
Ct	60	Albañilería Confinada
C	2.50	T < TP, entonces C = 2.5
Tx	0.19	Periodo fundamental
$\frac{ZUCS}{R}$	0.2083	Factor
P	478.74	Peso total de la estructura (Tn)
$\frac{C}{R}$	0.833	> 0.11
Vx	99.72	Cortante en la base

Fuente: Propia

Para hallar el resto de la Cortante Basal que se distribuye en cada nivel de la Edificación, se aplica la siguiente fórmula:

$$F_i = \alpha_i \cdot V \qquad \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Dónde k depende del periodo:

$$T \leq 0.5 \text{ s} \qquad k = 1.0$$

$$T > 0.5 \text{ s} \qquad k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$$

Para nuestro caso $T = 0.19$; por lo tanto, el valor de $K = 1.0$

Tabla N°22 Cortante basal por piso eje X

FUERZA SISMICA POR PISO EJE "X"						
PISOS	Peso P_i (Tn)	Altura h_i (m)	$P_i \times h_i$	α	F_i (tn)	Cort. Basal (tn)
PISO 4	91.53	11.2	1025.14	0.32	31.91	31.91
PISO 3	129.07	8.4	1084.19	0.34	33.9	65.81
PISO 2	129.07	5.6	722.79	0.23	22.94	88.75
PISO 1	129.07	2.8	361.4	0.11	10.97	99.72
TOTAL	478.74		3193.52	1	99.72	

Fuente: Propia

Sismo estático en la dirección "Y"

Se calculará de este análisis el Periodo Estático y la Fuerza Cortante Basal Estática con los valores de los parámetros definidos anteriormente, además de definir el Peso de la estructura y el factor de ampliación Dinámica (C).

Para calcular la Cortante Basal Estática se tiene la siguiente fórmula:

$$V_y = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

Asimismo, se debe cumplir con la siguiente restricción:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Para hallar la masa de la estructura, se considera el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, por ser una edificación de categoría C. Las masas y pesos en cada nivel son los siguientes:

Tabla N°23 Peso total de la edificación eje Y

PESO TOTAL DE LA EDIFICACION		
PISOS	MASA (TN)	PESO (TN)
PISO 4	9.34	91.53
PISO 3	13.17	129.07
PISO 2	13.17	129.07
PISO 1	13.17	129.07
TOTAL	48.85	478.74

Fuente: Propia

El período fundamental (T_y) se realizará con la siguiente expresión:

$$T_y = \frac{h_n}{C_t}$$

Dónde:

h_n = Altura total de la edificación

C_t = Según lo especificado en la Norma E.030

$C_t = 60$ para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

De la fórmula anterior, con un $h_n = 11.2$ y un $C_t = 60$, se obtiene un $T_y = 0.19$.

Una vez obtenido el valor de T_y , se calcula el valor de C y obtenemos $C = 2.5$

De esta manera al obtener los valores de las variables a necesitar para el cálculo de la Cortante Basal, se procede al cálculo del mismo, detallado en la siguiente tabla:

Tabla N°24 Valor del cortante basal estático eje Y

VALOR DEL CORTANTE BASAL		
Z	0.25	Zona sísmica 2 - <u>Chanchamayo</u>
U	1.00	Edificación común - Vivienda
S	1.00	Suelo tipo S1
R	3.00	Factor de reducción
<u>Tp</u>	0.40	Periodo del suelo
<u>Ct</u>	60	Albañilería Confinada
C	2.50	T < <u>Tp</u> , entonces C = 2.5
<u>Ty</u>	0.19	Periodo fundamental
<u>ZUCS</u> R	0.2083	Factor
P	478.74	Peso total de la estructura (Tn)
<u>C</u> R	0.833	> 0.11
<u>Vy</u>	99.72	Cortante en la base

Fuente: Propia

Para hallar el resto de la Cortante Basal que se distribuye en cada nivel de la Edificación, se aplica la siguiente fórmula:

$$F_i = \alpha_i \cdot V \quad \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Dónde k depende del periodo:

$$T \leq 0.5 \text{ s} \quad k = 1.0$$

$$T > 0.5 \text{ s} \quad k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$$

Para nuestro caso T = 0.19; por lo tanto, el valor de K = 1.0

Tabla N°25 Cortante basal por piso eje Y

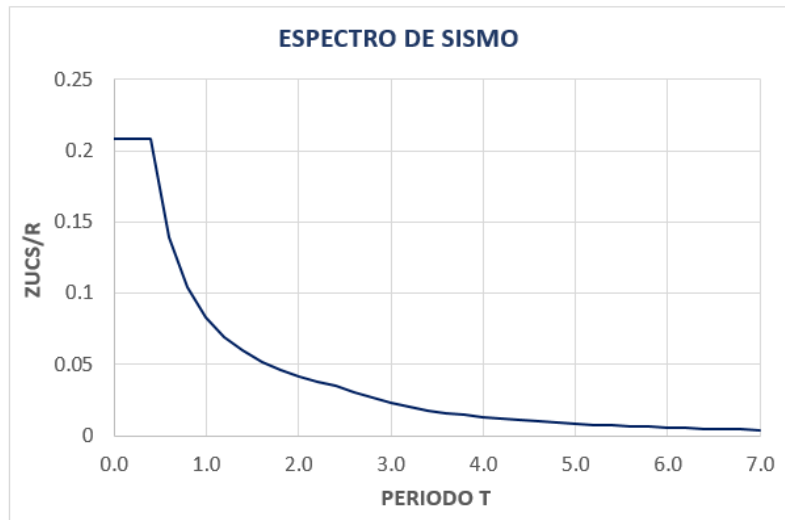
FUERZA SISMICA POR PISO EJE "Y"						
PISOS	Peso Pi (Tn)	Altura hi (m)	Pi x hi	α	Fi (tn)	Cort. Basal (tn)
PISO 4	91.53	11.2	1025.14	0.32	31.91	31.91
PISO 3	129.07	8.4	1084.19	0.34	33.9	65.81
PISO 2	129.07	5.6	722.79	0.23	22.94	88.75
PISO 1	129.07	2.8	361.4	0.11	10.97	99.72
TOTAL	478.74		3193.52	1	99.72	

Fuente: Propia

Análisis Dinámico

T(s)	C	ZUCS/R
0.0	2.50	0.2083333
0.2	2.50	0.2083333
0.3	2.50	0.2083333
0.4	2.50	0.2083333
0.6	1.67	0.138889
0.8	1.25	0.104167
1.0	1.00	0.0833333
1.2	0.83	0.069444
1.4	0.71	0.059524
1.6	0.63	0.052083
1.8	0.56	0.046296
2.0	0.50	0.0416667
2.2	0.45	0.037879
2.4	0.42	0.034722
2.6	0.37	0.0308185
2.8	0.32	0.026573
3.0	0.28	0.023148
3.2	0.24	0.020345
3.4	0.22	0.018022
3.6	0.19	0.016075
3.8	0.17	0.014428
4.0	0.16	0.013021
4.2	0.14	0.011810
4.4	0.13	0.010761
4.6	0.12	0.009846
4.8	0.11	0.009042
5.0	0.10	0.0083333
5.2	0.09	0.007705
5.4	0.09	0.007144
5.6	0.08	0.006643
5.8	0.07	0.006193
6.0	0.07	0.005787
6.2	0.07	0.005420
6.4	0.06	0.005086
6.6	0.06	0.004783
6.8	0.05	0.004505
7.0	0.05	0.004252

Figura 12: Espectro de sismo AC



Los periodos y la masa participante calculados mediante el análisis dinámico se realizarán para 12 modos de vibración. El número de modos de vibración se define de acuerdo al número de pisos que se construirán; por lo cual por cada nivel se tendrá 3 modos.

El resultado de los 12 modos obtenidos al analizar la estructura en el ETABS, se presenta en las siguientes tablas:

Tabla N°26 Periodos por cada modo de vibración

Caso	Modo	Periodo
Modal	1	0.221
Modal	2	0.208
Modal	3	0.189
Modal	4	0.171
Modal	5	0.162
Modal	6	0.146
Modal	7	0.137
Modal	8	0.079
Modal	9	0.071
Modal	10	0.062
Modal	11	0.059
Modal	12	0.054

Fuente: ETABS

De la tabla anterior obtenida del análisis en el ETABS se muestran los diferentes periodos por cada modo de vibración; por lo cual el periodo fundamental de la estructura en la dirección X-X queda definido por el modo 1 y en la dirección Y-Y por el modo 2.

Modo 1: Periodo = 0.221 seg. En dirección: X – X

Modo 2: Periodo = 0.208 seg. En dirección: Y – Y

Fuerza Cortante en la base

La Norma E.030 menciona que la fuerza cortante del primer entrepiso del edificio no deberá ser menor al 80% de la cortante calculada en el análisis estático para estructuras regulares, ni menor que el 90% en el caso de estructuras irregulares.

En caso no se cumpla lo mencionado, se deberá escalar proporcionalmente todos los resultados obtenidos, a excepción de los desplazamientos.

Cortante eje "X"

Tabla N°27 Cortante dinámico eje X

Niveles	VX
4	28.18
3	54.68
2	71.19
1	79.35

Fuente: ETABS

V dinámica > 80% V estática

V dinámica X = 79.35 tonf

V estática X = -101.23 tonf

79.35 ton > 80% x 101.23

79.35 ton > 80.98 ton **No cumple!**

Escalamos los valores para que cumpla lo estipulado en la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente"

$$\frac{80.98}{79.35} = 1.021$$

Tabla N°28 Fuerzas Cortantes por piso eje X

Niveles	MDL (VX)
4	28.77
3	55.83
2	72.68
1	81.02

Fuente: Propia

Cortante eje "Y"

Tabla N°29 Cortante dinámico eje Y

Niveles	VY
4	24.29
3	52.52
2	72.03
1	81.46

Fuente: ETABS

V dinámica > 80% V estática

V dinámica Y = 81.46 tonf

V estática Y = -101.23 tonf

81.46 ton > 80% x 101.23

81.46 ton > 80.98 ton **Si cumple!**

No hay necesidad de escalar los valores obtenidos.

Tabla N°30 Fuerzas Cortantes por piso eje Y

Niveles	VY
4	24.29
3	52.52
2	72.03
1	81.46

Fuente: Propia

Distorsiones

Sismo Dinámico X-X

Distorsión de entrepiso límite permitido = 0.005

Tabla N°31 Distorsiones X-X

Niveles	Caso de Carga	Distorsión	0.75 x R
4	DISTORSIÓNXX Max	0.000325	0.000731
3	DISTORSIÓNXX Max	0.000365	0.000821
2	DISTORSIÓNXX Max	0.000345	0.000777
1	DISTORSIÓNXX Max	0.000232	0.000521

Fuente: ETABS

Sismo Dinámico Y-Y

Distorsión de entrepiso límite permitido = 0.005

Tabla N°32 Distorsiones Y-Y

Niveles	Caso de Carga	Distorsión	0.75 x R
4	DISTORSIÓNYY Max	0.0000813	0.000183
3	DISTORSIÓNYY Max	0.000118	0.000265
2	DISTORSIÓNYY Max	0.000136	0.000307
1	DISTORSIÓNYY Max	0.000124	0.00028

Fuente: ETABS

Como se puede observar en ambas direcciones la distorsión se encuentra por debajo de la máxima permitida en la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente", que es 0.005 para este tipo de Sistema Estructural de Albañilería Confinada.

Esfuerzo a compresión de muros

El cálculo del esfuerzo a compresión en los muros se realizó con la ayuda del software ETABS; en la cual se definieron las propiedades del material (concreto) y las secciones de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y losas). Este análisis se hizo considerando las cargas de servicio, es decir, carga muerta (CM) y carga viva (CV), para lo cual se etiquetó cada muro del modelo en el software ETABS para ambas direcciones (Eje X y Eje Y).

Esfuerzo en el Eje "X"

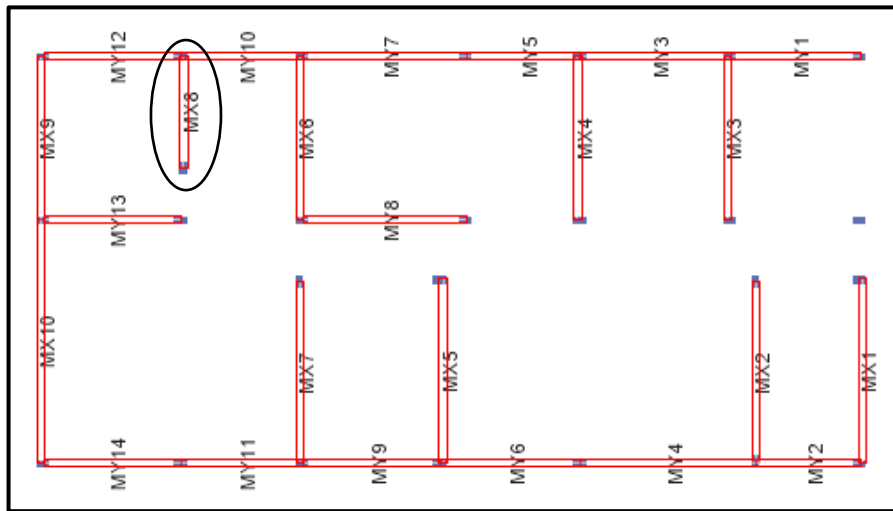


Figura 13: Modelamiento de muros AC

A continuación, se realizó como ejemplo el cálculo del esfuerzo en el muro del primer piso que presenta menor longitud en el eje X; en este caso dicho muro es el MX8

MX8

- **Fuerza (ton): CM + CV**

CM: 7.005 ton

CV: 0.396 ton

Fuerza: 7.401 ton

- **Área: Largo x Ancho**

2.35 m x 0.15 m = 0.35 m²

- **Esfuerzo**

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \sigma = \frac{7.40}{0.35} = 21.14 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = 0.2 f' m \left(1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right)$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = 0.2 \times 650 \left(1 - \left(\frac{2.8}{35(0.15)} \right)^2 \right) = 93.08 \text{ ton/m}^2$$

Posterior al presente ejemplo, se realizaron los cálculos de los esfuerzos a compresión de todos los muros correspondientes al eje "X" en el primer piso, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Esfuerzo a compresión en muros primer piso Eje "X"									
Nivel	Muro	F (CM+CV)	L	t	Área (A)	f'm (ton/m2)	h	$\sigma = F/A$	$0.2 f' m(1 - (h/35t)^2)$
1	MX1	12.57	3.70	0.15	0.56	650	2.80	22.45	93.08
1	MX2	20.76	3.70	0.15	0.56	650	2.80	37.08	93.08
1	MX3	15.61	3.30	0.15	0.50	650	2.80	31.22	93.08
1	MX4	19.46	3.30	0.15	0.50	650	2.80	38.92	93.08
1	MX5	21.30	3.70	0.15	0.56	650	2.80	38.04	93.08
1	MX6	15.20	3.30	0.15	0.50	650	2.80	30.40	93.08
1	MX7	20.53	3.70	0.15	0.56	650	2.80	36.67	93.08
1	MX8	7.40	2.35	0.15	0.35	650	2.80	21.15	93.08
1	MX9	11.66	3.30	0.15	0.50	650	2.80	23.33	93.08
1	MX10	16.14	4.85	0.15	0.73	650	2.80	22.11	93.08

Esfuerzo en el Eje "Y"

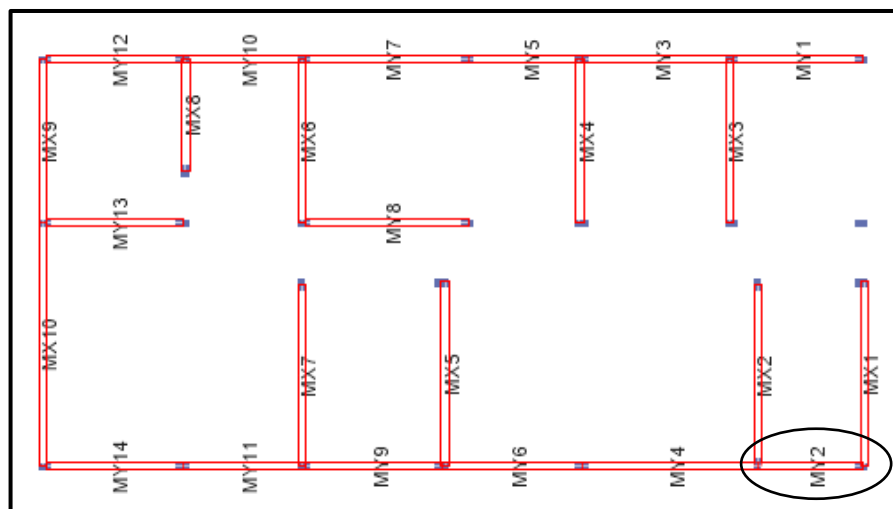


Figura 13: Modelamiento de muros AC

A continuación, se realizó como ejemplo el cálculo del esfuerzo en el muro del primer piso que presenta menor longitud en el eje Y; en este caso dicho muro es el MY2

MY2

- **Fuerza (ton): CM + CV**

CM: 8.917 ton

CV: 1.046 ton

Fuerza: 9.963 ton

- **Área: Largo x Ancho**

2.2 m x 0.15 m = 0.33 m²

- **Esfuerzo**

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \sigma = \frac{9.96}{0.33} = 30.18 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = 0.2 f' m \left(1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right)$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = 0.2 \times 650 \left(1 - \left(\frac{2.8}{35(0.15)} \right)^2 \right) = 93.08 \text{ ton/m}^2$$

Posterior al presente ejemplo, se realizaron los cálculos de los esfuerzos a compresión de todos los muros correspondientes al eje "Y" en el primer piso, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Esfuerzo a compresión en muros primer piso Eje "Y"									
Nivel	Muro	F (CM+CV)	L	t	Área (A)	f'm (ton/m ²)	h	$\sigma = F/A$	$0.2 f' m(1 - (h/35t)^2)$
1	MY1	11.59	2.75	0.15	0.41	650	2.80	28.28	93.08
1	MY2	9.96	2.20	0.15	0.33	650	2.80	30.19	93.08
1	MY3	13.59	3.15	0.15	0.47	650	2.80	28.91	93.08
1	MY4	19.19	3.60	0.15	0.54	650	2.80	35.53	93.08
1	MY5	10.70	2.45	0.15	0.37	650	2.80	28.92	93.08
1	MY6	15.72	2.95	0.15	0.44	650	2.80	35.73	93.08
1	MY7	14.75	3.40	0.15	0.51	650	2.80	28.92	93.08
1	MY8	17.90	3.40	0.15	0.51	650	2.80	35.11	93.08
1	MY9	14.98	2.90	0.15	0.44	650	2.80	34.06	93.08
1	MY10	9.79	2.60	0.15	0.39	650	2.80	25.10	93.08
1	MY11	13.52	2.60	0.15	0.39	650	2.80	34.66	93.08
1	MY12	9.89	2.90	0.15	0.44	650	2.80	22.48	93.08
1	MY13	23.85	2.90	0.15	0.44	650	2.80	54.21	93.08
1	MY14	15.41	2.90	0.15	0.44	650	2.80	35.02	93.08

Esfuerzo al corte de muros

El cálculo del esfuerzo al corte en los muros se realizó con la ayuda del software ETABS; en la cual se definieron las propiedades del material (concreto) y las secciones de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y losas). Este análisis se hizo considerando las cargas de servicio, es decir, carga muerta (CM) y carga viva (CV), para lo cual se etiquetó cada muro del modelo en el software ETABS para ambas direcciones (Eje X y Eje Y).

Para el cálculo del esfuerzo al corte de muros se utilizó la siguiente fórmula:

$$V_m = 0.5 \cdot v' \cdot m \cdot \alpha \cdot L + 0.23 P_g$$

Donde: $v'm$ = Resistencia al corte de muretes de albañilería = 81ton/m²

α = Factor de reducción de la resistencia al corte por esbeltez

$$1/3 < \alpha = V_e \cdot L / M_e < 1.0$$

V_e = Cortante ante sismo moderado de muros

M_e = Momento ante sismo moderado de muros

t = Espesor de muro

L = Longitud de muro

P_g = Carga de servicio de muros (CM + 0.25CV)

Esfuerzo en el Eje X

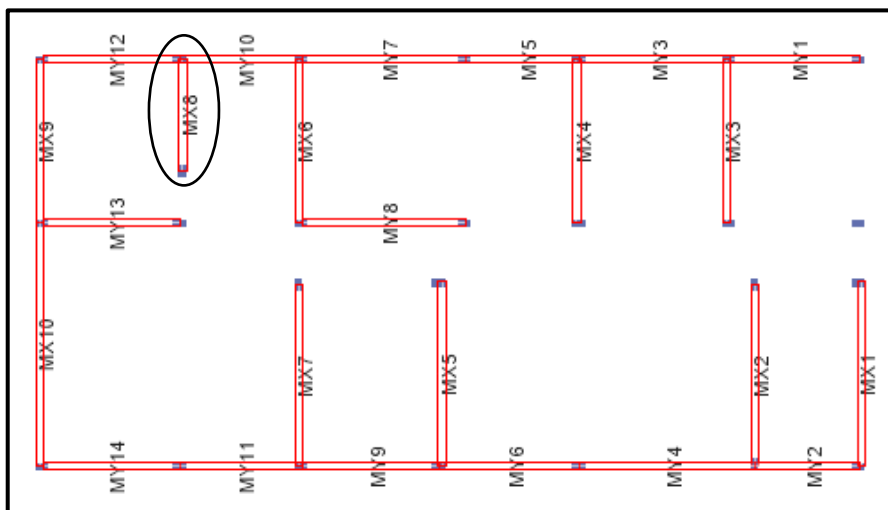


Figura 13: Modelamiento de muros AC

A continuación, se realizó como ejemplo el cálculo del esfuerzo en el muro del primer piso que presenta menor longitud en el eje X; en este caso dicho muro es el MX8

MX8

- $P_g \text{ (ton)} = CM + 0.25CV \Rightarrow P_g = 7.01 + 0.25 \times 0.40$
 $\Rightarrow P_g = 7.10 \text{ ton}$

- $\alpha = V_e \cdot L / M_e \Rightarrow \alpha = 6.47 \times 2.35 / 12.09 \Rightarrow \alpha = 1.26$
 Por lo tanto, se usa $\alpha = 1.00$

$V_m = 0.5 \cdot v' \cdot m \cdot \alpha \cdot L + 0.23 P_g$

$V_m = 0.5 \times 81 \times 1 \times 0.15 \times 2.35 + 0.23 \times 7.10$

$V_m = 15.91 \text{ ton}$

Posterior al presente ejemplo, se realizó el cálculo de los esfuerzos a cortante de todos los muros correspondientes al eje "X" en el primer piso, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Esfuerzo al corte en muros primer piso Eje "X"										
Nivel	Muro	L	t	Ve	Me	v'm (ton/m2)	α	α final	Pg	Vm $0.5 \cdot v' \cdot m \cdot \alpha \cdot L + 0.23 P_g$
1	MX1	3.70	0.15	6.63	27.86	81	0.88	0.88	12.57	22.67
1	MX2	3.70	0.15	11.30	26.28	81	1.59	1	18.78	26.80
1	MX3	3.30	0.15	9.54	21.39	81	1.47	1	14.30	23.34
1	MX4	3.30	0.15	9.45	21.62	81	1.44	1	17.34	24.03
1	MX5	3.70	0.15	9.35	27.75	81	1.25	1	19.10	26.87
1	MX6	3.30	0.15	11.33	21.92	81	1.71	1	13.95	23.26
1	MX7	3.70	0.15	12.20	26.54	81	1.70	1	18.26	26.68
1	MX8	2.35	0.15	6.47	12.09	81	1.26	1	7.10	15.91
1	MX9	3.30	0.15	9.31	22.18	81	1.38	1	11.55	22.70
1	MX10	4.85	0.15	14.81	47.96	81	1.50	1	16.25	33.20

Se puede verificar también si los muros cuentan o no con fisuración, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V_e \leq 0.55V_m$$

Dónde:

V_e : Fuerza cortante ante sismo del muro

V_m : Resistencia a fuerza cortante del muro (Calculado en la tabla anterior)

Nivel	Muro	L	t	V_e	V_m $0.5 \cdot v' \cdot m \cdot \alpha \cdot L + 0.23 P_g$	$V_e \leq 0.55V_m$	Control de fisuración
1	MX1	3.70	0.15	6.63	22.67	12.47	No hay fisura
1	MX2	3.70	0.15	11.30	26.80	14.74	No hay fisura
1	MX3	3.30	0.15	9.54	23.34	12.84	No hay fisura
1	MX4	3.30	0.15	9.45	24.03	13.22	No hay fisura
1	MX5	3.70	0.15	9.35	26.87	14.78	No hay fisura
1	MX6	3.30	0.15	11.33	23.26	12.79	No hay fisura
1	MX7	3.70	0.15	12.20	26.68	14.67	No hay fisura
1	MX8	2.35	0.15	6.47	15.91	8.75	No hay fisura
1	MX9	3.30	0.15	9.31	22.70	12.49	No hay fisura
1	MX10	4.85	0.15	14.81	33.20	18.26	No hay fisura

Esfuerzo en el Eje Y

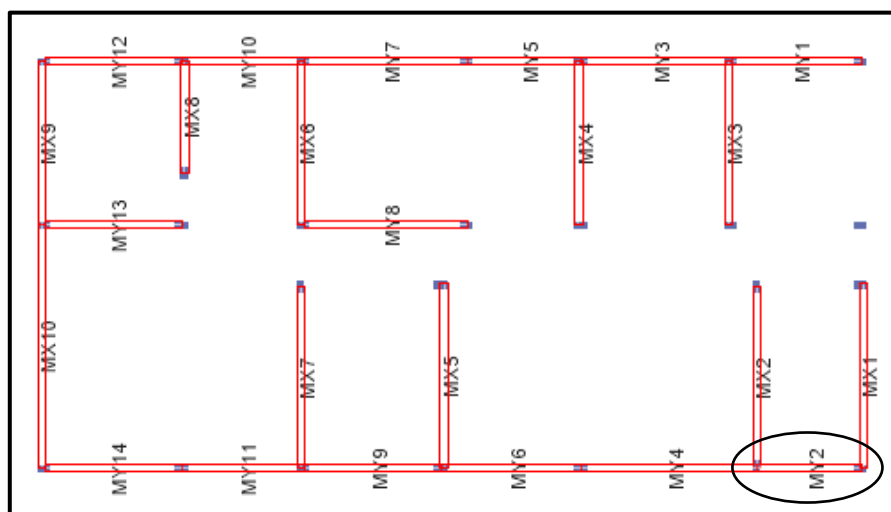


Figura 13: Modelamiento de muros AC

A continuación, se realizó como ejemplo el cálculo del esfuerzo en el muro del primer piso que presenta menor longitud en el eje “Y”; en este caso dicho muro es el MY2

MY2

- $P_g \text{ (ton)} = CM + 0.25CV \Rightarrow P_g = 8.92 + 0.25 \times 1.05$
 $\Rightarrow P_g = 9.18 \text{ ton}$

- $\alpha = V_e.L/M_e \Rightarrow \alpha = 4.58 \times 2.20 / 7.26 \Rightarrow \alpha = 1.39$
 Por lo tanto, se usa $\alpha = 1.00$

$$V_m = 0.5.v'm.\alpha.L + 0.23P_g$$

$$V_m = 0.5 \times 81 \times 1 \times 0.15 \times 2.20 + 0.23 \times 9.18$$

$$V_m = 15.48 \text{ ton}$$

Posterior al presente ejemplo, se realizó el cálculo de los esfuerzos a cortante de todos los muros correspondientes al eje “Y” en el primer piso, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Esfuerzo al corte en muros primer piso Eje “Y”										
Nivel	Muro	L	t	Ve	Me	v'm (ton/m ²)	α	α final	Pg	Vm 0.5.v'm.at.L+0.23Pg
1	MY1	2.75	0.15	6.18	10.24	81	1.66	1	10.71	19.17
1	MY2	2.20	0.15	4.58	7.26	81	1.39	1	9.18	15.48
1	MY3	3.15	0.15	8.73	12.96	81	2.12	1	12.59	22.03
1	MY4	3.60	0.15	9.54	14.33	81	2.40	1	17.37	25.86
1	MY5	2.45	0.15	6.68	9.56	81	1.71	1	9.85	17.15
1	MY6	2.95	0.15	7.86	11.36	81	2.04	1	14.14	21.17
1	MY7	3.40	0.15	9.75	13.96	81	2.37	1	13.61	23.79
1	MY8	3.40	0.15	6.99	13.56	81	1.75	1	16.01	24.34
1	MY9	2.90	0.15	7.88	11.38	81	2.01	1	13.50	20.72
1	MY10	2.60	0.15	7.00	10.27	81	1.77	1	9.16	17.90
1	MY11	2.60	0.15	6.54	9.65	81	1.76	1	12.11	18.58
1	MY12	2.90	0.15	6.65	11.10	81	1.74	1	9.34	19.77
1	MY13	2.90	0.15	5.38	10.33	81	1.51	1	20.41	22.31
1	MY14	2.90	0.15	6.35	10.52	81	1.75	1	13.72	20.77

Se puede verificar también si los muros cuentan o no con fisuración, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V_e \leq 0.55V_m$$

Dónde:

V_e : Fuerza cortante ante sismo del muro

V_m : Resistencia a fuerza cortante del muro (Calculado en la tabla anterior)

Nivel	Muro	L	t	V_e	V_m $0.5 \cdot v' \cdot m \cdot \alpha \cdot L + 0.23 P_g$	$V_e \leq 0.55V_m$	Control de fisuración
1	MY1	2.75	0.15	6.18	19.17	10.54	No hay fisura
1	MY2	2.20	0.15	4.58	15.48	8.51	No hay fisura
1	MY3	3.15	0.15	8.73	22.03	12.12	No hay fisura
1	MY4	3.60	0.15	9.54	25.86	14.22	No hay fisura
1	MY5	2.45	0.15	6.68	17.15	9.43	No hay fisura
1	MY6	2.95	0.15	7.86	21.17	11.64	No hay fisura
1	MY7	3.40	0.15	9.75	23.79	13.08	No hay fisura
1	MY8	3.40	0.15	6.99	24.34	13.39	No hay fisura
1	MY9	2.90	0.15	7.88	20.72	11.40	No hay fisura
1	MY10	2.60	0.15	7.00	17.90	9.85	No hay fisura
1	MY11	2.60	0.15	6.54	18.58	10.22	No hay fisura
1	MY12	2.90	0.15	6.65	19.77	10.87	No hay fisura
1	MY13	2.90	0.15	5.38	22.31	12.27	No hay fisura
1	MY14	2.90	0.15	6.35	20.77	11.42	No hay fisura

4.2 Interpretación de Resultados

- Cortante Basal

Tabla N°33: Cortante Basal Eje "X"

CORTANTE DE DISEÑO – EJE "X"		
N° de pisos	MDL (Tn)	AC (Tn)
1	55.58	81.02
2	51.26	72.68
3	39.41	55.83
4	19.10	28.77

Fuente: Propia

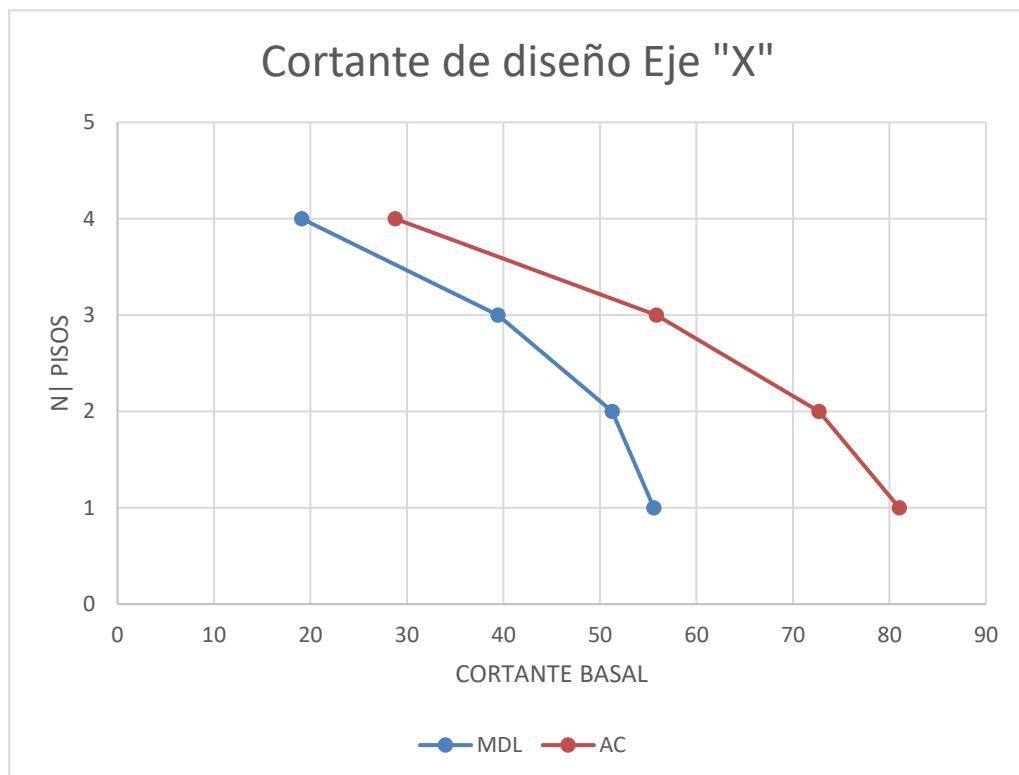


Figura 14: Fuerzas Cortantes por piso Sismo Dinámico Eje "X"

Tabla N°34: Cortante Basal Eje "Y"

CORTANTE DE DISEÑO – EJE "Y"		
N° de pisos	MDL	AC
1	55.58	81.46
2	49.33	72.03
3	35.79	52.52
4	16.35	24.29

Fuente: Propia

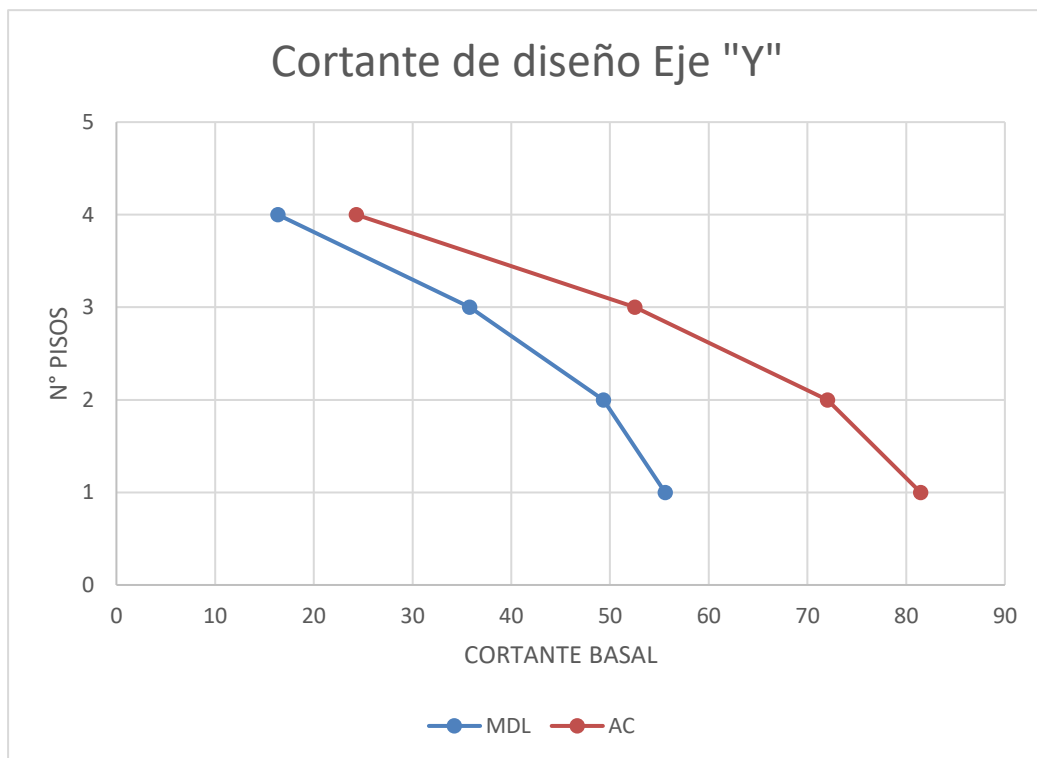


Figura 15: Fuerzas Cortantes por piso Sismo Dinámico Eje "Y"

Con referencia a la cortante basal, de acuerdo a la tabla N°33 y N°34 y las figuras N°14 y N°15, se determinó que en ambas direcciones el sistema MDL presenta menor fuerza cortante en la base. Esta fuerza cortante en la base del sistema MDL representa el 68.60% de la fuerza cortante en la base del sistema de Albañilería Confinada en la dirección "X" y el 68.23% en la dirección "Y", esto debido a que el sistema de Albañilería Confinada presente mayor peso. Con ello se acepta la primera hipótesis específica; es decir que el sistema MDL influye positivamente en

el cortante basal dado que en la dirección "X" el cortante basal es menor en 31.40% y en la dirección "Y" en 31.77% respecto al sistema de Albañilería Confinada.

- **Distorsiones**

Tabla N°35: Distorsión Eje "X"

DISTORSIONES – EJE "X"			
N° de pisos	MDL	AC	LIMITE
1	0.000069	0.000521	0.005
2	0.000124	0.000777	0.005
3	0.000142	0.000821	0.005
4	0.000137	0.000731	0.005

Fuente: Propia

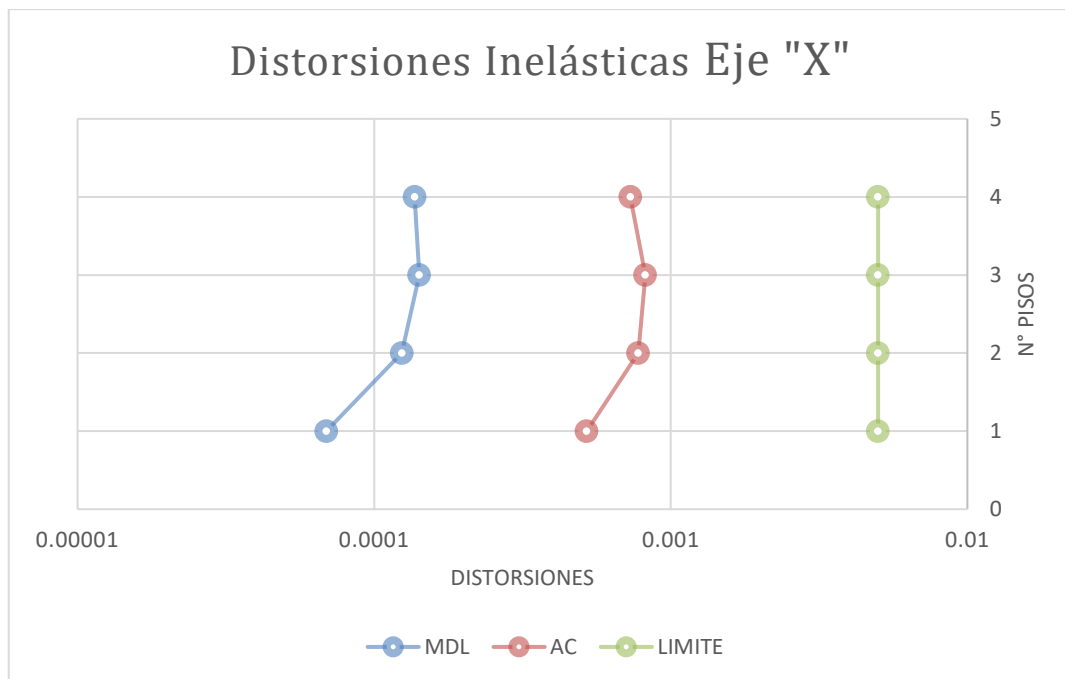


Figura N°16: Distorsiones de entrepiso Sismo Dinámico Eje "X"

Tabla N°36: Distorsión Eje "Y"

DISTORSIONES – EJE "Y"			
N° de pisos	MDL	AC	LIMITE
1	0.000026	0.00028	0.005
2	0.000032	0.000307	0.005
3	0.000027	0.000265	0.005
4	0.000019	0.000183	0.005

Fuente: Propia

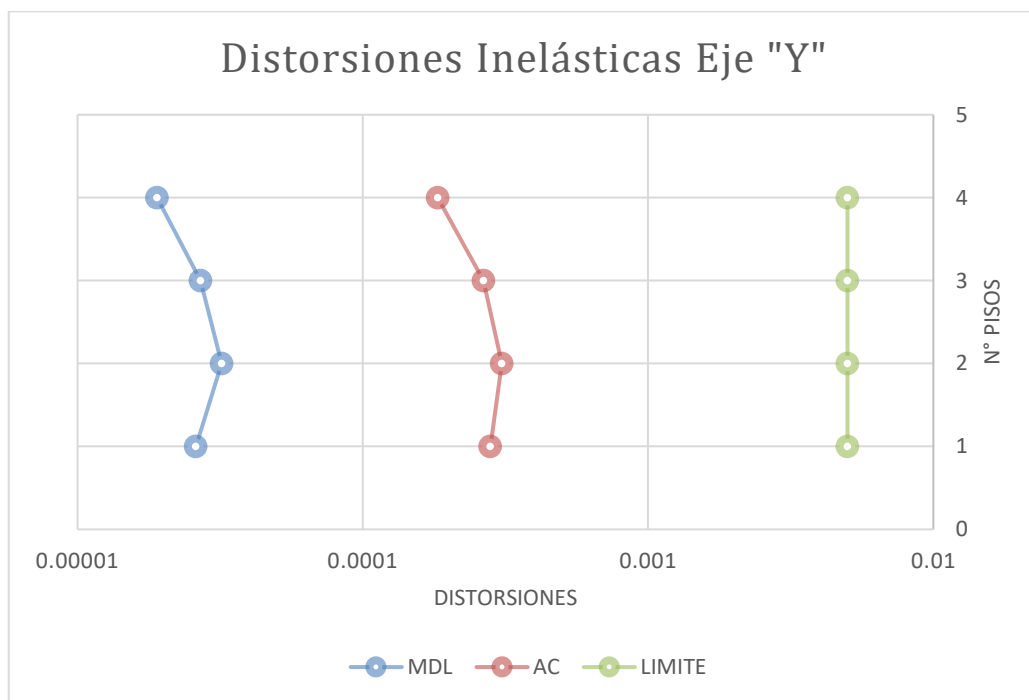


Figura N°17: Distorsiones de entrepiso Sismo Dinámico Eje "Y"

Con referencia a las distorsiones, de acuerdo con la tabla N°35 y N°36 y la figura N°16 y N°17, se determinó que ambos sistemas estructurales cumplen con la distorsión límite y que en ambas direcciones el sistema MDL presenta menor distorsión. La distorsión máxima en el sistema MDL es menor en 13.58% en la dirección "X" y en 5.5% en la dirección "Y" con respecto al sistema de Albañilería Confinada. Con ello se acepta la segunda hipótesis específica; es decir que el sistema MDL influye positivamente en la distorsión, dado que se aproxima menos

al límite permisible con respecto al sistema de Albañilería Confinada que para estos dos tipos de sistema estructural es de 0.005.

- **Esfuerzo a la Compresión de Muros**

Tabla N°37: Esfuerzo a la Compresión en Muros Eje “X”

Nivel	Muro	Esfuerzo del Muro		Esfuerzo Máximo	
		MDL	Albañilería Confinada	MDL	Albañilería Confinada
1	MX1	32.28	22.45	335.09	93.08
1	MX2	35.04	37.08	335.09	93.08
1	MX3	72.80	31.22	297.16	93.08
1	MX4	71.49	38.92	297.16	93.08
1	MX5	42.38	38.04	335.09	93.08
1	MX6	62.26	30.40	113.80	93.08
1	MX7	50.98	36.67	170.71	93.08
1	MX8	36.50	21.15	113.80	93.08
1	MX9	51.96	23.33	151.74	93.08
1	MX10	39.80	22.11	284.51	93.08
1	MX11	45.04		448.90	

Fuente: Propia

Tabla N°38: Esfuerzo a la Compresión en Muros Eje “Y”

Nivel	Muro	Esfuerzo del Muro		Esfuerzo Máximo	
		MDL	Albañilería Confinada	MDL	Albañilería Confinada
1	MY1	52.30	28.28	259.22	93.08
1	MY2	77.98	30.19	120.13	93.08
1	MY3	41.57	28.91	208.64	93.08
1	MY4	48.13	35.53	278.19	93.08
1	MY5	47.97	28.92	562.7	93.08
1	MY6	46.23	35.73	493.15	93.08
1	MY7	75.52	28.92	309.8	93.08
1	MY8	38.89	35.11	170.71	93.08
1	MY9	44.85	34.06	278.19	93.08
1	MY10	37.70	25.10	227.61	93.08
1	MY11	53.19	34.66	158.06	93.08
1	MY12	47.22	22.48	474.19	93.08
1	MY13	35.85	54.21	259.22	93.08
1	MY14	47.25	35.02	278.19	93.08

Fuente: Propia

Con referencia al esfuerzo a la compresión en muros, de acuerdo a la tabla N°37 y N°38, se determinó que ambos sistemas estructurales no exceden su esfuerzo a compresión máximo en sus muros y que en ambas direcciones el sistema MDL presenta menor promedio de esfuerzo a compresión en sus muros. El promedio a compresión de los muros del sistema MDL es menor en la dirección “X” en 9.09% y en la dirección “Y” en 14.04% con respecto a su límite en comparación al sistema de Albañilería Confinada. Con ello se acepta la tercera hipótesis específica; es decir que el sistema MDL influye positivamente en el esfuerzo a la compresión de muros, dado que se aleja más a su esfuerzo a compresión máximo en la dirección “X” en 76.71% y en la dirección “Y” en 78.97% con referencia al sistema de Albañilería Confinada, que presenta un 67.62% y 64.92% en ambas direcciones, respectivamente.

- **Esfuerzo al Corte de Muros**

Tabla N°39: Esfuerzo al corte en Muros Eje “X”

Nivel	Muro	Esfuerzo del muro		Esfuerzo Máximo	
		Vm (MDL)	Ve (Albañilería Confinada)	Vm máx. (MDL)	0.55Vm (Albañilería Confinada)
1	MX1	72.78	6.63	177.08	12.47
1	MX2	72.78	11.3	177.08	14.74
1	MX3	64.58	9.54	157.13	12.84
1	MX4	64.58	9.45	157.13	13.22
1	MX5	72.78	9.35	177.08	14.78
1	MX6	24.60	11.33	59.86	12.79
1	MX7	36.90	12.2	89.79	14.67
1	MX8	24.60	6.47	59.86	8.75
1	MX9	32.80	9.31	79.81	12.49
1	MX10	61.50	14.81	149.65	18.26
1	MX11	98.96		234.44	

Fuente: Propia

Tabla N°40: Esfuerzo al corte en Muros Eje “Y”

Nivel	Muro	Esfuerzo del muro		Esfuerzo Máximo	
		Vm (MDL)	Ve (Albañilería Confinada)	Vm máx. (MDL)	0.55Vm (Albañilería Confinada)
1	MY1	56.38	6.18	137.18	10.54
1	MY2	25.63	4.58	62.35	8.51
1	MY3	45.10	8.73	109.74	12.12
1	MY4	59.45	9.54	144.66	14.22
1	MY5	138.40	6.68	294.30	9.43
1	MY6	115.25	7.86	259.39	11.64
1	MY7	66.63	9.75	162.12	13.08
1	MY8	36.90	6.99	89.79	13.39
1	MY9	59.45	7.88	144.66	11.40
1	MY10	49.20	7.00	119.72	9.85
1	MY11	33.83	6.54	82.31	10.22
1	MY12	108.97	6.65	249.41	10.87
1	MY13	56.38	5.38	137.18	12.27
1	MY14	59.45	6.35	144.66	11.42

Fuente: Propia

Con referencia al esfuerzo al corte de muros, de acuerdo a la tabla N°39 y N°40, se determinó que ambos sistemas estructurales no exceden su esfuerzo al corte máximo en sus muros y que en ambas direcciones el sistema MDL presenta menor promedio de esfuerzo al corte en sus muros. El promedio al corte de los muros del sistema MDL es menor en la dirección “X” en 32.82% y en la dirección “Y” en 21.02% con respecto a su límite en comparación al sistema de Albañilería Confinada. Con ello se acepta la cuarta hipótesis específica; es decir que el sistema MDL influye positivamente en el esfuerzo al corte de muros, dado que se aleja más a su esfuerzo al corte máximo en la dirección “X” en 58.80% y en la dirección “Y” en 58.05% con referencia al sistema de Albañilería Confinada, que presenta un 25.98% y 37.04% en ambas direcciones, respectivamente.

V. DISCUSIÓN

- Los resultados obtenidos respecto al cortante basal muestra que el sistema MDL es menor en 31.40% en la dirección “X” y 31.77% en la dirección “Y”, respecto al del sistema de Albañilería Confinada. (Carnero, 2019) indica que el sistema de albañilería confinada presenta mayor cortante basal de diseño en la base; ya que excede al sistema MDL en 27.47% en la dirección “X” y en la dirección “Y” en 29.06%. Los resultados indicados son similares, esto debido a que en ambos la diferencia de altura de las edificaciones es sólo de un piso y de acuerdo a la estructuración el sistema MDL presenta menor peso con referencia al sistema de Albañilería Confinada.
- Los resultados obtenidos respecto a la distorsión muestra que el sistema MDL es menor en 13.58% al del sistema de albañilería confinada en la dirección “X” y en 5.5% en la dirección “Y”. (Lingán, 2018), indica que el sistema MDL muestra una distorsión máxima de 0.00033 en ambas direcciones mientras que el sistema de Albañilería Confinada (AC) presenta una distorsión de 0.0031 en el eje “X” y 0.0047 en el eje “Y”; por lo que se entiende que el sistema AC presenta mayores deformaciones frente al sistema MDL que tiende a ser más rígido mostrando menos deformación. (Huamán, 2018), indica que de acuerdo a los resultados para el Bloque I las máximas distorsiones del sistema AC son 0.00167 en X-X y 0.00132 en Y-Y, para el Bloque II es 0.00227 en X-X y 0.00124 en Y-Y; para el Bloque I del sistema MDL las máximas distorsiones 0.00092 en X-X y 0.00054 en Y-Y y para el Bloque II es 0.00033 en X-X y 0.00039 en Y-Y; por lo que se puede observar que el sistema MDL presenta menores distorsiones en ambas direcciones. (Egoabil, 2019) indica que las derivas de diseño del sistema MDL se encuentran dentro del rango indicado por la norma E.030 (Diseño Sismorresistente); correspondiendo a la dirección “X” una deriva máxima de 0.0011 y en la dirección “Y”, 0.0019. Los resultados obtenidos son similares porque en ambos sistemas estructurales las distorsiones máximas obtenidas para cada dirección de análisis no sobrepasan el máximo permisible dispuesto por la Norma E.030 2018 “Diseño Sismorresistente” el cual indica que para ambos sistemas estructurales será 0.005, esto se debe a que los materiales empleados para el sistema MDL presentan mayor resistencia y rigidez respecto a los de Albañilería Confinada.

- Los resultados obtenidos respecto al esfuerzo a la compresión en muros muestran que el sistema MDL se aleja más a su esfuerzo a compresión máximo en la dirección “X” en 76.71% y en la dirección “Y” en 78.97% con referencia al sistema de albañilería confinada, que presenta un 67.62% en la dirección “X” y 64.92% en la dirección “Y”. (Merodio, Julio y Vásquez, Walter, 2018) indican que los muros del sistema MDL admiten mayor esfuerzo a carga axial en el eje “X” en 1.33 veces más que el sistema de albañilería confinada respecto a su límite, de la misma manera el eje Y-Y el sistema MDL supera en 2.29 veces el esfuerzo axial admisible comparado al sistema de albañilería confinada. Los resultados obtenidos son similares dado que ambos sistemas estructurales cumplen con no sobrepasar su esfuerzo máximo y el esfuerzo a compresión en promedio de los muros propuestos para el sistema MDL se aleja al del sistema de albañilería confinada en el eje “X” en 9.09% y en el eje “Y” en 14.04%.
- Los resultados obtenidos respecto al esfuerzo al corte en muros muestran que el sistema MDL se aleja más a su esfuerzo al corte máximo en la dirección “X” en 58.80% y en la dirección “Y” en 58.05% con referencia al sistema de albañilería confinada, que presenta un 25.98% en la dirección “X” y 37.04% en la dirección “Y”. (Deza, Jordy y Orihuela, Daniel, 2019) indican que en ambos sistemas estructurales ningún muro analizado falla por corte. Los resultados obtenidos son similares, ya que ambos sistemas estructurales cumplen con no sobrepasar su esfuerzo máximo y que el esfuerzo al corte en promedio de los muros propuestos para el sistema MDL en el eje “X” se aleja en 32.82% respecto al sistema de albañilería confinada, del mismo modo en el eje “Y”, se aleja en 31.02% debido a la alta densidad de muros que presenta la estructura.

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos, se ha determinado que el sistema MDL influye de manera positiva en la respuesta sísmica en comparación al sistema de Albañilería Confinada, ya que este sistema estructural toma menor cortante basal en 31% aproximadamente en ambas direcciones debido a que presenta menor peso, presenta menores distorsiones, en 13.58% y 5.5% en la dirección "X" e "Y", respectivamente, presenta menor esfuerzo a compresión en muros en 9.04% y 14.04% en ambas direcciones, respectivamente y finalmente presenta también menor esfuerzo al corte en muros en 32.82% y 21.02% en la dirección "X" e "Y", respectivamente. Lo que significa que el sistema de MDL es el sistema más eficiente y el que se debería optar para las condiciones del presente trabajo de investigación.
- De los resultados obtenidos se ha evaluado que el sistema MDL influye positivamente dado que toma menor cortante basal frente al sistema de Albañilería Confinada; ya que según la tabla N°33 en la dirección "X" es menor en 31.40% y según la tabla N°34 en la dirección "Y" es menor en 31.77%, esto debido a que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada presenta menor peso en su estructura.
- De los resultados obtenidos se ha evaluado que el sistema MDL influye positivamente dado que presenta menores distorsiones en comparación al sistema de Albañilería Confinada; ya que según la tabla N°35 en la dirección "X" es menor en 13.58% con referencia al límite permisible y según la tabla N°36 en la dirección "Y", es menor en 5.5%, esto debido a que los materiales empleados para el sistema MDL presentan mayor resistencia y rigidez respecto a los de Albañilería Confinada.
- De los resultados obtenidos se ha evaluado que el sistema MDL influye positivamente dado que presenta menor esfuerzo a compresión en sus muros frente al sistema de Albañilería Confinada; ya que según la tabla N°37 en la dirección "X" el promedio de esfuerzos en sus muros se aleja en 9.09% con respecto al de Albañilería Confinada y según la tabla N°38 en la dirección "Y" se aleja en 14.04%.

- De los resultados obtenidos se ha evaluado que el sistema MDL influye positivamente dado que presenta menor esfuerzo al corte en sus muros frente al sistema de Albañilería Confinada; ya que según la tabla N°39 en la dirección “X” el promedio de esfuerzos en sus muros se aleja en 32.82% con respecto al de Albañilería Confinada y según la tabla N°40 en la dirección “Y” se aleja en 21.02%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Debido a que los sistemas MDL y Albañilería Confinada presentan una adecuada respuesta sísmica; ya que cumplen con lo que plantean las Normas Peruanas, en cuanto a los parámetros estipulados, se recomienda realizar el cálculo de la ductilidad en cada uno de los sistemas estructurales y hacer la comparación correspondiente, también realizar los diseños estructurales y un análisis de costos correspondiente a cada sistema estructural.
2. Se recomienda tener cuidado en la ubicación de los muros tanto de Ductilidad Limitada como de Albañilería Confinada, ya que, estos cumplen función estructural y por tal motivo una vez construidos no será posible cambiarlos o quitarlos.
3. El Análisis de la edificación se debe ceñir al cumplimiento del presente proyecto, respetando las normas. Se recomienda que las construcciones se realicen cumpliendo con su respectivo estudio de suelos completo y con sus respectivos análisis y diseños estructurales para garantizar la seguridad de los que la habiten posteriormente.
4. Se recomienda utilizar adecuadamente los parámetros y condiciones de diseño por corte de las normas E.060 de Concreto Armado y la E.070 de Albañilería Confinada para así poder conseguir resultados más exactos y acertados al momento de realizar nuestros diseños y con ello evitar dar información incorrecta.
5. El uso del programa ETABS facilita el análisis estructural y sísmico del edificio, se recomienda utilizarlo adecuadamente y tener en cuenta los requisitos y limitaciones de la Norma Peruana; ya que cualquier error al momento de modelar o asignar valores en el software, generarán resultados erróneos.

REFERENCIAS

- 1. Alarcón, Hans. 2017.** Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo - Concepción - 2016. *Tesis*. Huancayo : s.n., 2017. pág. 145.
- 2. Almeida, Francisco. 2015.** Análisis experimental de muros delgados de hormigón armado para viviendas de baja altura. *Tesis*. Santiago de Chile : s.n., 2015. pág. 132.
- 3. Borja Suárez, Manuel. 2012.** *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo : s.n., 2012. pág. 38.
- 4. Cáceres, Angel y Enriquez, Luis. 2017.** Análisis de costos, Diseño sismorresistente – Estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería estructural de un edificio multifamiliar. *Tesis*. Arequipa : s.n., 2017. pág. 134.
- 5. Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño. Astroza, Maximiliano y Schmidt, Andres. 2004, No 70.** enero-junio de 2004, No 70, Revista de Ingeniería Sísmica (en línea).
- 6. Carnero, Liz. 2019.** Análisis lineal comparativo entre sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada, Lima - 2019. *Tesis*. Lima : s.n., 2019. pág. 230.
- 7. Confined Masonry for Residential Buildings. Vinayak, K; Brzev, S; Shukla,G; Kant L; Greene, M and Frederick,C. 2015.** 2015, Indian Institute of Technology Gandhinagar (en línea).
- 8. Cortez, Manuel y Iglesias, Miriam. 2004.** *Generalidades sobre metodología de la Investigación (En Línea)*. México : s.n., 2004.
- 9. Cyclic stress-strain behavior of reinforcing steel including effect of buckling. Rodriguez, M; Botero, J y Villa, J. 1999.** 1999, Journal of Structural Engineering (en línea), Vol. 125.
- 10. Deformation capacity of unreinforced masonry walls subjected to in-plane loading: a state-of-the-art review. Hosein, A; Mojsilovic, N; Schwartz,J. 2013.** 27 de setiembre de 2013, Intenational Journal of Advanced Structural Engineering (en línea).
- 11. Deformation Limits for Structural Wall with Confined Boundaries. Kazaz, I; Gulkan, P; Yakut, A. 2007.** agosto de 2007, Earthquake Spectra (en línea).

- 12. Deza, Jordy y Orihuela, Daniel. 2019.** Parámetros comparativos de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada del edificio multifamiliar de 5 niveles, residencial Araya en el distrito de Santiago de Surco - 2019. *Tesis*. 2019. pág. 164.
- 13. Egoabil, N. 2019.** Análisis y diseño estructural de un edificio de viviendas multifamiliares de 6 pisos con muros de ductilidad limitada. *Tesis*. Huancayo : s.n., 2019. pág. 263.
- 14. Experimental and analytical investigation of the lateral load response of confined masonry walls. Hussein, O; Amr, A; Mostafa, M. 2014.** 2 de setiembre de 2014, HBRC Journal (en línea).
- 15. Granados, Rodolfo y López, Jorge. 2012.** Diseño de un Edificio de muros de Ductilidad Limitada. *Tesis*. Lima : s.n., 2012. pág. 82.
- 16. Hernandez Sampieri, Roberto. 2014.** *Metodología de la Investigación*. 6ta. México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014.
- 17. Huamán, María. 2018.** Análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada en la construcción de un condominio. *Tesis*. Lima : s.n., 2018. pág. 220.
- 18. Lateral stiffness of shear walls with openings. Neuenhofer, A.** Journal of Structural Engineering (en línea), Vol. 132.
- 19. Lingán, Sara. 2018.** Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada para una vivienda multifamiliar. *Tesis*. Trujillo : s.n., 2018. pág. 133.
- 20. Merodio, Julio y Vásquez, Walter. 2018.** Estudio comparativo del comportamiento y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos diseñado con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura. *Tesis*. 2018. pág. 171.
- 21. Modelling of confined masonry structure and its application for the design of multi-story building. Sukrawa, M; Pringgana, G y Ratih, P. 2018.** noviembre de 2018, Revista ResearchGate(en línea).
- 22. Nonlinear modeling and analysis of slender reinforced concrete walls. Orakcal, K; Wallace, J. 2004.** 2004, ACI Structural Journal (en línea), Vol. 101.
- 23. Norma E.030 - Diseño Sismorresistente. 2018.** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Lima : s.n., 2018. pág. 80.
- 24. Norma E.060 - Concreto Armado. 2009.** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2009. pág. 205.

- 25. Norma Técnica E.020 - Cargas . 2006.** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Lima : s.n., 2006. pág. 8.
- 26. Norma Técnica E.070 - Albañilería . 2006.** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Lima : s.n., 2006. pág. 15.
- 27. *Public Housing in Florence: Seismic Assessment of Masonry Buildings.* Tanganelli, M; Rotunno, T; Cardinali, V; Viti, S. 2018.** noviembre de 2018, Journal of Structural Engineering.
- 28. Quiroz, C. 2016.** Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. *Tesis.* Cajamarca : s.n., 2016. pág. 208.
- 29. Ruiz, María. 2017.** Macromodelación numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla. *Tesis.* Lima : s.n., 2017. pág. 103.
- 30. *Seismic Analysis of a Masonry Reinforced Concrete Shear Wall Building wiht Severe Architectural Irregularity, Acolloquial Discourse.* Samir, Helou y Riyad, Awad. 2016.** 15 de febrero de 2016, International Journal of Research and Analytical Reviews (en línea), Vol. 3.
- 31. *Seismic Analysis of a twelve story building of manta city considering soil structure interaction.* Aguiar, R y Ortiz, D. 2017.** junio de 2017, International Journal of Structural Engineering(en línea), Vol. 22.
- 32. *Seismic Analysis of Multistoried Building .* Patil, Mahesh y Sonawane, Yogesh. 2015.** marzo de 2015, International Journal of Engineering and Innovative Technology (en línea), Vol. Volume 4.
- 33. *Seismic Evaluation of resedential building with masonry Wall using ETABS.* Lakshmi, Prasanna y Santhi, Helen. 2016.** mayo de 2016, Housing and Building National Research Center HBRC Journal (en línea).
- 34. *Seismic performance of existing R.C. framed buildings.* EL-Betar, Sameh. 2015.** 04 de junio de 2015, Housing an Building National Research Center HBRC Journal (en línea).
- 35. *Study of Confined Masonry Buildings in Seismic areas.* Constantinescu, Sorina. 2017.** Marzo de 2017, Energy Procedia (en línea), Vol. 112.
- 36. *Study on behaviour of RC structure with infill walls due to seismic loads.* Yadunandan, C y Kiran, K. 2017.** 04 de junio de 2017, International Research Journal of Engineering and Technology (en línea), Vol. 4.

- 37. Valderrama, Santiago. 2007.** *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación.* 1°. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos : s.n., 2007. pág. 195.
- 38. Vargas, A y Terrazos, M. 2016.** Diseño Estructural de un Edificio de 7 Pisos con Muros de Ductilidad Limitada. *Tesis.* Lima : s.n., 2016. pág. 83.
- 39. Villarreal, Genner. 2013.** *Ingeniería Sismo-Resistente 1ra Edición.* Lima : Gráfica Norte S.R.L., 2013.
- 40. Vizconde, Adalberto. 2015.** Estudio de la calidad en la construcción de viviendas con el sistema constructivo muros de ductilidad limitada en la ciudad de Guayaquil y propuesta para su correcto funcionamiento. *Tesis.* Guayaquil : s.n., 2015. pág. 236.
- 41. Zavaleta, Luis. 2009.** Análisis y Diseño Estructural comparativo entre el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Trujillo. *Tesis.* 2009. pág. 222.

ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de Consistencia

Respuesta Sísmica de los sistemas de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la respuesta sísmica del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021?	Determinar cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la respuesta sísmica del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021	El sistema de Muros de Ductilidad Limitada influye de manera positiva en la respuesta sísmica del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021	VI: Sistema de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada	Muros de Ductilidad Limitada	Longitud de muro
					Espesor de muro
					Resistencia a la compresión del concreto (f_c)
					Resistencia a la fluencia del acero (f_y)
				Albañilería Confinada	Densidad de muros
					Resistencia a la compresión de muro f_m
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS			
¿Cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la cortante basal del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021?	Evaluar cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la cortante basal del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021	El sistema de Muros de Ductilidad Limitada influye positivamente en la cortante basal del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021	VD: Respuesta Sísmica	Parámetros sísmicos	Cortante basal (T_n)
¿Cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la distorsión del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021?	Evaluar cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en la distorsión del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021	El sistema de Muros de Ductilidad Limitada influye positivamente en la distorsión del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021			Distorsión (%)
¿Cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en el esfuerzo a la compresión del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021?	Evaluar cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en el esfuerzo a la compresión del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021	El sistema de Muros de Ductilidad Limitada influye positivamente en el esfuerzo a la compresión del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021		Esfuerzo en los muros	Esfuerzo a la compresión (σ) (T_n/m^2)
¿Cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en el esfuerzo al corte del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021?	Evaluar cómo influye el sistema MDL y Albañilería Confinada en el esfuerzo al corte del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021	El sistema de Muros de Ductilidad Limitada influye positivamente en el esfuerzo al corte del edificio multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín 2021			Esfuerzo al corte (V_m) (T_n)

Anexo N°2: Operacionalización de Variables

Respuesta Sísmica de los sistemas de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada del Edificio Multifamiliar Los Robles, San Ramón, Chanchamayo, Junín – 2021

TIPO	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS
Variable Independiente	Sistema de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada	El sistema de Albañilería Confinada es un sistema estructural que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entre sí por mortero, el mismo que se encuentra enmarcado por concreto armado. (Zavaleta, 2009, p.7). Por otro lado, el sistema de Muros de Ductilidad Limitada es un sistema estructural donde la resistencia a cargas sísmicas y cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado que no desarrolla desplazamientos inelásticos importantes. (Zavaleta, 2009, p.6).	La variable "Sistema de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada" se medirá con 2 dimensiones y se empleará el software ETABS para realizar la estructuración y el modelamiento de la edificación.	Muros de Ductilidad Limitada	Longitud de muro	De intervalo
					espesor de muro	De intervalo
					Resistencia a la compresión del concreto (f_c)	De intervalo
					Resistencia a la fluencia del acero (f_y)	De intervalo
				Albañilería Confinada	Densidad de muros	De intervalo
					Resistencia a la compresión de muros (f_m)	De intervalo
Variable Dependiente	Respuesta Sísmica	Indicadores de los esfuerzos sísmicos de una estructura; los cuales resultan de los resultados obtenidos en los procedimientos de un análisis sísmico que son Análisis Estático y Análisis Dinámico Modal Espectral.	La variable "Respuesta Sísmica" se medirá con 2 dimensiones y se empleará el software ETABS para realizar el análisis sísmico, tanto estático como dinámico.	Parámetros sísmicos	Cortante basal (T_n)	De intervalo
					Distorsión (%)	De intervalo
				Esfuerzo en los muros	Esfuerzo a la compresión (σ) (T_n/m^2)	De intervalo
					Esfuerzo al corte (V_m) (T_n)	De intervalo

Anexo N°3: Cortante Basal – 1°, 2° y 3° Experto

FICHA N° 1:
INDICADOR: CORTANTE BASAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

M1: MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

DIRECCIÓN	ESTATICO	DINAMICO	CORTANTE DE DISEÑO (ESCALADO)
X-X			
Y-Y			


M2: ALBAÑILERIA CONFINADA

DIRECCIÓN	ESTATICO	DINAMICO	CORTANTE DE DISEÑO (ESCALADO)
X-X			
Y-Y			


Experto N°1

	CIP	Firma	Calificación
Jorge Pairazamán Cerna	175844	 ----- JORGE CARLOS A. PAIRAZAMÁN CERNA INGENIERO CIVIL R. CIP. 175844	0.85

Experto N°2

	CIP	Firma	Calificación
Raúl Vargas Villegas	201537	 ----- RAÚL KENSEL VARGAS VILLEGAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 201537	0.80

Experto N°3

	CIP	Firma	Calificación
Gregorio Choque Sullca	170270	 ----- GREGORIO ALBERTO CHOQUE SULLCA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 170270	0.90

Anexo N°4: Distorsiones – 1°, 2° y 3° Experto

FICHA N° 2:
INDICADOR: DISTORSION




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

M1: MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

EJE X				
NIVEL	ELASTICO	0.75xR	INELASTICO	LIMITE
1				0.005
2				0.005
3				0.005
4				0.005


Experto N°1
Jorge Pairazamán Cerna
CIP: 175844


JORGE CARLOS A. PAIRAZAMÁN CERNA
INGENIERO CIVIL
R. CIP. 175844

Calificación: 0.85

EJE Y				
NIVEL	ELASTICO	0.75xR	INELASTICO	LIMITE
1				0.005
2				0.005
3				0.005
4				0.005

Experto N°2
Raúl Vargas Villegas
CIP: 201537

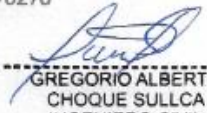

RAÚL VARGASES
VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537

M2: ALBAÑILERIA CONFINADA

EJE X				
NIVEL	ELASTICO	0.75xR	INELASTICO	LIMITE
1				0.005
2				0.005
3				0.005
4				0.005

Calificación: 0.80

Experto N°3
Gregorio Choque Sullca
CIP: 170270


GREGORIO ALBERTO
CHOQUE SULLCA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 170270

Calificación: 0.90

Anexo N°5: Esfuerzo a Compresión en Muros sistema MDL – 1°, 2° y 3°

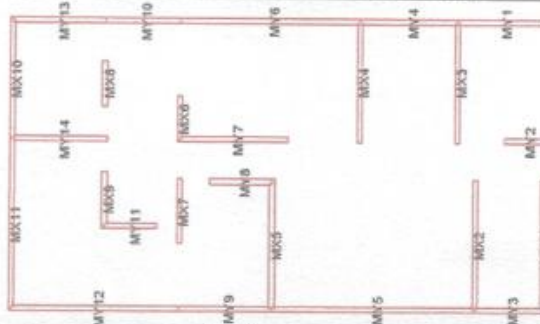
Experto

FICHA N° 3-a:
INDICADOR: ESFUERZO A COMPRESIÓN DE MUROS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

M1: MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA



Experto N°1
Jorge Pairazamán Cerna
CIP: 175844

[Signature]
JORGE CARLOS A. PAIRAZAMÁN CERNA
INGENIERO CIVIL
R. CIP. 175844

Calificación: 0.85

MURO	FUERZA		CM+CV	AREA	ESFUERZO COMPRESION
	CM	CV			
MX1					
MX2					
MX3					
MX4					
MX5					
MX6					
MX7					
MX8					
MX9					
MX10					
MX11					
MY1					
MY2					
MY3					
MY4					
MY5					
MY6					
MY7					
MY8					
MY9					
MY10					
MY11					
MY12					
MY13					
MY14					

Experto N°2
Raúl Vargas Villegas
CIP: 201537

[Signature]
RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537

Calificación: 0.80

Experto N°3
Gregorio Choque Sullca
CIP: 170270

[Signature]
GREGORIO ALBERTO
CHOQUE SULLCA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 170270

Calificación: 0.90

Anexo N°6: Esfuerzo a Compresión en Muros sistema AC – 1°, 2° y 3° Experto

FICHA N° 3-b:
INDICADOR: ESFUERZO A COMPRESIÓN DE MUROS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



Experto N°1
Jorge Pairazamán Cerna
CIP: 175844

[Signature]

JORGE CARLOS A. PAIRAZAMÁN CERNA
INGENIERO CIVIL
R. CIP. 175844

Calificación: 0.85

MURO	FUERZA		CM+CV	AREA	ESFUERZO COMPRESION
	CM	CV			
MX1					
MX2					
MX3					
MX4					
MX5					
MX6					
MX7					
MX8					
MX9					
MX10					
MY1					
MY2					
MY3					
MY4					
MY5					
MY6					
MY7					
MY8					
MY9					
MY10					
MY11					
MY12					
MY13					
MY14					

Experto N°2
Raúl Vargas Villegas
CIP: 201537

[Signature]

RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537

Calificación: 0.80

Experto N°3
Gregorio Choque Sulca
CIP: 170270

[Signature]

GREGORIO ALBERTO
CHOQUE SULLCA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 170270

Calificación: 0.90

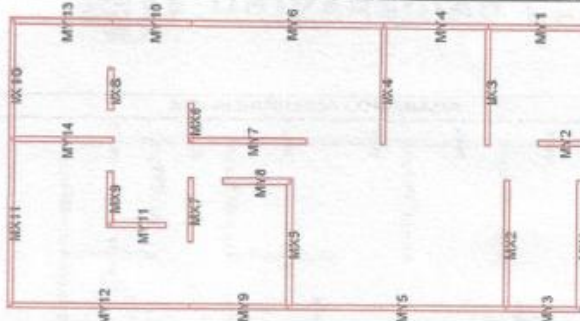
Anexo N°7: Esfuerzo al Corte en Muros sistema MDL – 1°, 2° y 3° Experto

FICHA N° 4-a:
INDICADOR: ESFUERZO AL CORTE DE MUROS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

M1: MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA



Experto N°1

Jorge Pairazamán Cerna
CIP: 175844

JORGE CARLOS A. PAIRAZAMÁN CERNA
INGENIERO CIVIL
R. CIP. 175844

Calificación: 0.85

MURO	f _c	AREA	ØV _c	ØV _s	ESFUERZO CORTANTE
MX1					
MX2					
MX3					
MX4					
MX5					
MX6					
MX7					
MX8					
MX9					
MX10					
MX11					
MY1					
MY2					
MY3					
MY4					
MY5					
MY6					
MY7					
MY8					
MY9					
MY10					
MY11					
MY12					
MY13					
MY14					

Experto N°2

Raúl Vargas Villegas
CIP: 201537

RAÚL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537

Calificación: 0.80

Experto N°3

Gregorio Choque Sullca
CIP: 170270

GREGORIO ALBERTO
CHOQUE SULLCA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 170270

Calificación: 0.90

Anexo N°8: Esfuerzo al Corte en Muros sistema AC – 1°, 2° y 3° Experto

FICHA N° 4-b
INDICADOR: ESFUERZO AL CORTE DE MUROS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



Experto N°1
Jorge Pairazamán Cerna
CIP: 175844

JORGE CARLOS A. PAIRAZAMÁN CERNA
INGENIERO CIVIL
R. CIP. 175844

Calificación: 0.85

MURO	v'm	CM+0.25CV	ESFUERZO CORTANTE
MX1			
MX2			
MX3			
MX4			
MX5			
MX6			
MX7			
MX8			
MX9			
MX10			
MY1			
MY2			
MY3			
MY4			
MY5			
MY6			
MY7			
MY8			
MY9			
MY10			
MY11			
MY12			
MY13			
MY14			

Experto N°2
Raúl Vargas Villegas
CIP: 201537

RAÚL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537

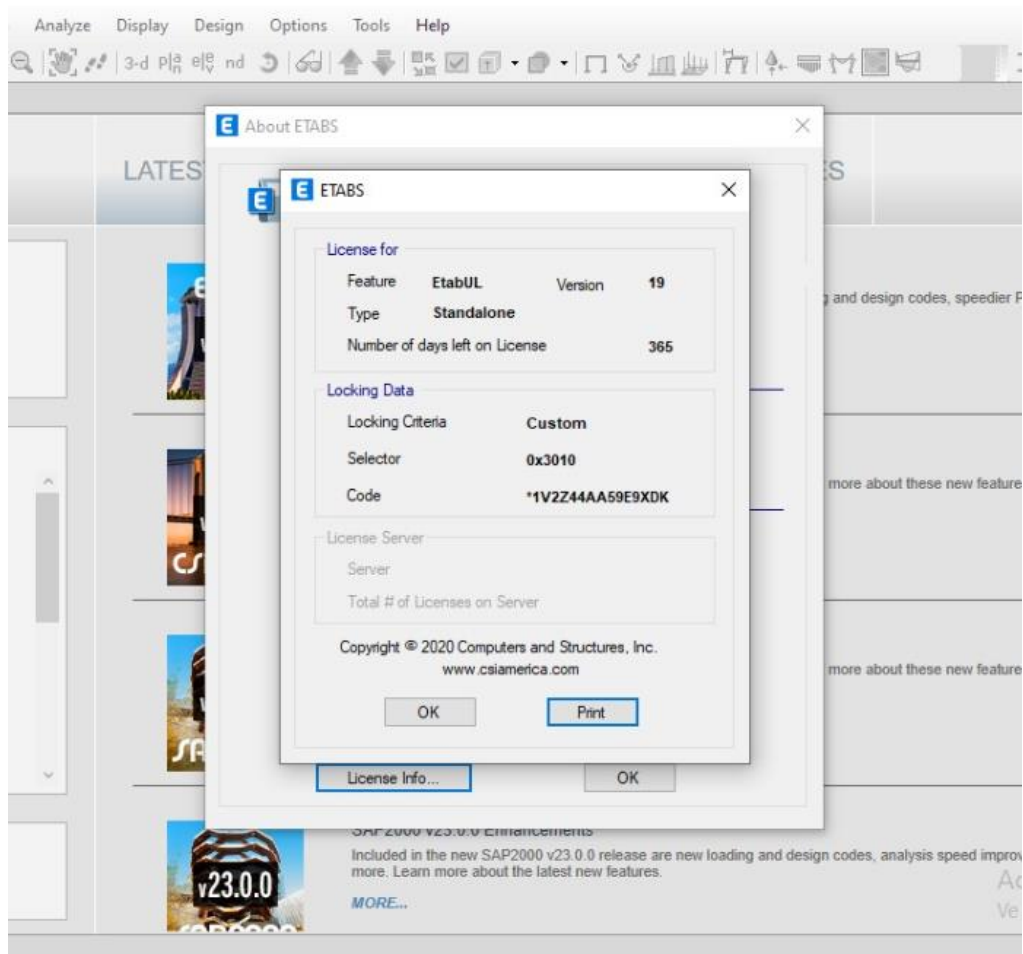
Calificación: 0.80

Experto N°3
Gregorio Choque Sullca
CIP: 170270

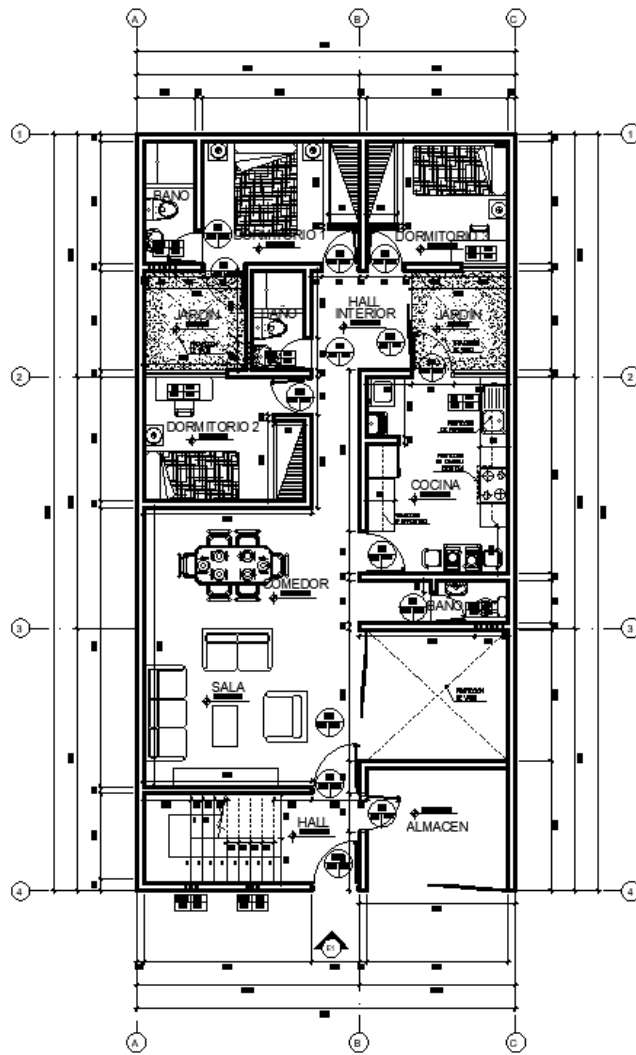
GREGORIO ALBERTO
CHOQUE SULLCA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 170270

Calificación: 0.90

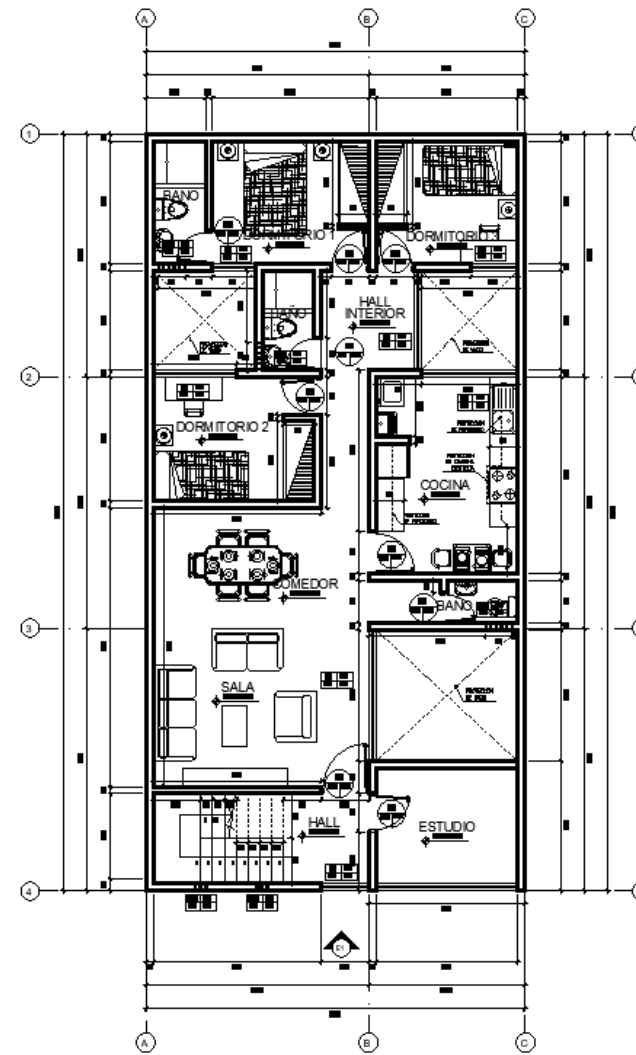
Anexo N°9: Licencia de uso del software ETABS



Anexo N°10: Plano de Distribución



PLANTA DEL 1ER PISO



PLANTA DEL 2DO AL 4TO PISO