

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

ANALISIS ESTRUCTURAL Y SISMICO PARA
DETERMINAR LA FALLA POR CORTE EN EL PRIMER
PISO DE UNA VIVIENDA TIPICA, SANTA ANITA - LIMA
2019.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autor:

Carmen Rumelia Alvarado Delgado

Asesor:

Ing. Alejandro Vildoso Flores

Lima - Perú

2019



DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi familia, quien me brindo comprensión, amor, sabios consejos y ayuda en los momentos difíciles que sin ellos nunca hubiera podido concluir esta tesis.

A mis compañeros de trabajo, universidad, quienes fueron un gran apoyo y un ejemplo de superación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo el camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de mi existencia.

A mi familia, por ser los principales promotores de este sueño, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a los docentes de la Universidad Privada del Norte, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de la profesión, de manera especial, al Ing. Alejandro Vildoso Flores, tutor del presente proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

A todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
Tabla de contenidos	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática.....	15
1.2. Formulación del problema	22
1.2.1. Problema general	22
1.2.2. Problemas específicos	22
1.2.2.1. Problema específico 1	22
1.2.2.2. Problema específico 2	22
1.2.2.3. Problema específico 3	22
1.3. Objetivos.....	22
1.3.1. Objetivo general	22
1.3.2. Objetivos específicos.....	23
1.3.2.1. Objetivo específico 1	23
1.3.2.2. Objetivo específico 2	23
1.3.2.3. Objetivo específico 3	23
1.4. Hipótesis	23
1.4.1. Hipótesis general	23
1.4.2. Hipótesis específica	23
1.4.2.1. Hipótesis específica 1	23
1.4.2.2. Hipótesis específica 2	24
1.4.2.3. Hipótesis específica 3	24
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	25
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	26

2.4.	Características de los materiales.....	28
2.4.1.	Albañilería.....	28
2.4.2.	Concreto	30
2.4.3.	Acero de refuerzo	30
2.5.	Cargas unitarias	30
2.5.1.	Pesos volumétricos.....	30
2.5.2.	Techos.....	30
2.5.3.	Muros	30
2.6.	Estructuración	31
2.6.1.	Muros	31
2.6.2.	Alfeizares	32
2.7.	Predimensionamiento	32
2.7.1.	Espesor efectivo de los muros “t”	32
2.7.2.	Configuración	33
2.7.3.	Densidad mínima de muros reforzados	34
2.8.	Metrado de carga	36
CAPÍTULO III. RESULTADOS		79
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....		101
REFERENCIAS		104
ANEXOS		105

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i>	37
<i>Tabla 2</i>	52
<i>Tabla 3</i>	52
<i>Tabla 4</i>	53
<i>Tabla 5</i>	53
<i>Tabla 6</i>	54
<i>Tabla 7</i>	54
<i>Tabla 8</i>	55
<i>Tabla 9</i>	55
<i>Tabla 10</i>	56
<i>Tabla 11</i>	56
<i>Tabla 12</i>	57
<i>Tabla 13</i>	57
<i>Tabla 14</i>	73
<i>Tabla 15</i>	73
<i>Tabla 16</i>	74
<i>Tabla 17</i>	74
<i>Tabla 18</i>	79
<i>Tabla 19</i>	81
<i>Tabla 20</i>	83
<i>Tabla 21</i>	96

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Matriz operacional</i>	25
<i>Figura 2. Planteamiento arquitectónico típico</i>	27
<i>Figura 3. Ensayo de pilas</i>	29
<i>Figura 4. Ensayo de murete</i>	29
<i>Figura 5. Diafragma rígido</i>	33
<i>Figura 6. $b/a > 4$</i>	33
<i>Figura 7. Secciones verticales típicas</i>	36
<i>Figura 8. Método del sobre</i>	37
<i>Figura 9. Sismo moderado y severo</i>	39
<i>Figura 10. Transformación a albañilería</i>	43
<i>Figura 11. Transformación final</i>	44
<i>Figura 12. Pórtico plano</i>	45
<i>Figura 13. Esquema de un pórtico plano en 3d con SAP2000</i>	46
<i>Figura 14. Estructura en SAP 2000</i>	46
<i>Figura 15. Desplazamientos laterales – sismo en X-X e YY</i>	47
<i>Figura 16. Diagramas de momento flector para sismo en X-X</i>	49
<i>Figura 17. Diagramas de momento flector para sismo en Y-Y</i>	50
<i>Figura 18. Cargas en el nivel de piso típico en “X” cuando la edificación tiene 5 pisos</i>	58
<i>Figura 19. Cargas en el nivel de piso típico en “Y” cuando la edificación tiene 5 pisos</i>	58
<i>Figura 20: Cargas en el nivel de piso típico en “X” cuando la edificación tiene 4 pisos</i>	59
<i>Figura 21. Cargas en el nivel de piso típico en “Y” cuando la edificación tiene 4 pisos</i>	59
<i>Figura 22. Cargas en el nivel de piso típico en “X” cuando la edificación tiene 3 pisos</i>	60
<i>Figura 23. Cargas en el nivel de piso típico en “Y” cuando la edificación tiene 3 pisos</i>	60
<i>Figura 24. Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 0.25PL$, cuando la edificación tiene 5 pisos</i> . 61	
<i>Figura 25. Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 0.25PL$, cuando la edificación tiene 4 pisos</i>	62

Figura 26: Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 0.25PL$, cuando la edificación tiene 3 pisos.	63
Figura 27. Fuerzas de inercia ante sismo moderado “Fi”, cuando la estructura tiene 5 pisos.	64
Figura 28: Fuerzas de inercia ante sismo moderado “Fi”, cuando la estructura tiene 4 pisos.	64
Figura 29: Fuerzas de inercia ante sismo moderado “Fi”, cuando la estructura tiene 3 pisos.	65
Figura 30: Desplazamientos laterales cuando la estructura tiene 5 pisos, se puede observar en “X” que las distorsiones inelásticas máximas (DI) superan el permitido por la Norma y en “Y” son menores por la Norma E.0.30 para edificaciones de albañilería (0.005).....	65
Figura 31: Desplazamientos laterales cuando la estructura tiene 4 pisos, se puede observar en ambos casos que las distorsiones inelásticas máximas (DI) son menores que las permitidas por la Norma E.0.30 para edificaciones de albañilería (0.005).	66
Figura 32: Desplazamientos laterales cuando la estructura tiene 3 pisos, se puede observar en ambos casos que las distorsiones inelásticas máximas (DI) son menores que las permitidas por la Norma E.0.30 para edificaciones de albañilería (0.005).	66
Figura 33: Fuerzas Internas V_e (ton) y M_e (ton) ante sismo moderado en X-X e Y-Y, cuando la estructura tiene 5 pisos.	67
Figura 34: Fuerzas Internas V_e (ton) y M_e (ton) ante sismo moderado en X-X e Y-Y, cuando la estructura tiene 4 pisos.	67
Figura 35: Fuerzas Internas V_e (ton) y M_e (ton) ante sismo moderado en X-X e Y-Y, cuando la estructura tiene 3 pisos.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 36: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 5 pisos.	69
Figura 37: Control de fisuración en los muros “Y” en el primer piso, cuando la estructura tiene 5 pisos.	70
Figura 38: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 4 pisos.	70
Figura 39: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso, cuando la estructura tiene 4 pisos.	71
Figura 40: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos.	71
Figura 41: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos.	72
Figura 42. Cargas en el nivel de piso típico en “X”	75
Figura 43: Cargas en el nivel de piso típico en “Y”	75
Figura 44: Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 0.25PL$	76

<i>Figura 45: Fuerzas de inercia ante sismo moderado “Fi” y Severo “VEi”</i>	76
<i>Figura 46: Desplazamientos laterales, se puede observar en ambos casos que las distorsiones inelásticas máximas (DI) son menores que las permitidas por la Norma E.0.30 para edificaciones de albañilería (0.005).</i>	77
<i>Figura 47: Fuerzas Internas Ve (ton) y Me (ton) ante sismo moderado en “X-X” e “Y-Y”</i>	77
<i>Figura 48: Control de fisuración en los muros X en el primer piso.</i>	78
<i>Figura 49: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso.</i>	78
<i>Figura 50. Esfuerzos axiales en los muros X</i>	80
<i>Figura 51. Esfuerzos axiales en los muros Y</i>	80
<i>Figura 52. Esfuerzos axiales en los muros X</i>	82
<i>Figura 53. Esfuerzos axiales en los muros Y</i>	82
<i>Figura 54. Esfuerzos axiales en los muros X</i>	84
<i>Figura 55. Esfuerzos axiales en los muros Y</i>	84
<i>Figura 56: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 5 pisos.</i>	86
<i>Figura 57: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso, cuando la estructura tiene 5 pisos.</i>	86
<i>Figura 58: Irregularidad extrema de rigidez, se demuestra que la estructura de 5 pisos no presenta irregularidad extrema de rigidez, debido a que el porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).</i>	87
<i>Figura 59: Irregularidad extrema de resistencia, se demuestra que la estructura de 5 pisos presenta irregularidad extrema de resistencia en “X”, porque el porcentaje de resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).</i>	87
<i>Figura 60: Irregularidad torsional extrema, se demuestra que la estructura de 5 pisos presenta irregularidad extrema en “X” porque el desplazamiento máximo relativo es mayor que el 50% del desplazamiento permisible indicado por la tabla 11 de la Norma E0.30 (0.005).</i>	87
<i>Figura 61: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en “X”</i>	88
<i>Figura 62: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en “Y”</i>	88
<i>Figura 63: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 4 pisos.</i>	89
<i>Figura 64: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso, cuando la estructura tiene 4 pisos.</i>	89

<i>Figura 65: Irregularidad extrema de rigidez, se demuestra que la estructura de 4 pisos no presenta irregularidad extrema de rigidez, debido a que el porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).</i>	90
<i>Figura 66: Irregularidad extrema de resistencia, se demuestra que la estructura de 4 pisos no presenta irregularidad extrema de resistencia porque el porcentaje de resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).</i>	90
<i>Figura 67: Irregularidad torsional extrema, se demuestra que la estructura de 4 pisos presenta irregularidad extrema en "X" porque el desplazamiento máximo relativo es mayor que el 50% del desplazamiento permisible indicado por la tabla 11 de la Norma E0.30 (0.005).</i>	90
<i>Figura 68: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "X"</i>	91
<i>Figura 69: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "Y"</i>	91
<i>Figura 70: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos.</i>	92
<i>Figura 71: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos.</i>	92
<i>Figura 72: Irregularidad extrema de rigidez, se demuestra que la estructura no presenta irregularidad extrema de rigidez, debido a que el porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).</i>	93
<i>Figura 73: Irregularidad extrema de resistencia, se demuestra que la estructura no presenta irregularidad extrema de resistencia porque el porcentaje de resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).</i>	93
<i>Figura 74: Irregularidad torsional extrema, se demuestra que la estructura no presenta irregularidad extrema porque el desplazamiento máximo relativo es mayor que el 50% del desplazamiento permisible indicado por la tabla 11 de la Norma E0.30 (0.005).</i>	93
<i>Figura 75: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "X"</i>	94
<i>Figura 76: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "Y"</i>	94
<i>Figura 77. Esfuerzos axiales en los muros X</i>	97
<i>Figura 78. Esfuerzos axiales en los muros Y</i>	97
<i>Figura 79: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos sin inclusión de muros de concreto.</i>	98

<i>Figura 80: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos sin inclusión de muros de concreto.</i>	<i>98</i>
<i>Figura 81: Irregularidad extrema de rigidez, se demuestra que la estructura no presenta irregularidad extrema de rigidez, debido a que el porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).</i>	<i>99</i>
<i>Figura 82: Irregularidad extrema de resistencia, se demuestra que la estructura no presenta irregularidad extrema de resistencia porque el porcentaje de resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).</i>	<i>99</i>
<i>Figura 83: Irregularidad torsional extrema, se demuestra que la estructura presenta irregularidad extrema porque el desplazamiento máximo relativo es mayor que el 50% del desplazamiento permisible indicado por la tabla 11 de la Norma E0.30 (0.005).</i>	<i>99</i>
<i>Figura 84: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "X"</i>	<i>100</i>
<i>Figura 85: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "Y"</i>	<i>100</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Espesor efectivo.....</i>	<i>32</i>
<i>Ecuación 2. Densidad de muros.....</i>	<i>34</i>
<i>Ecuación 3. Esfuerzo axial máximo.....</i>	<i>36</i>
<i>Ecuación 4. Centro de gravedad.....</i>	<i>38</i>
<i>Ecuación 5. Fuerza cortante.....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 6. Resultado de fuerza cortante.....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 7. Fuerza de inercia.....</i>	<i>41</i>
<i>Ecuación 8. Sección transformada.....</i>	<i>42</i>

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal el análisis estructural y sísmico estático de una vivienda típica de albañilería confinada para determinar la falla por corte en el primer piso, Lima 2019. El cual desarrollaremos en el capítulo I, para tal fin se elaboró hojas de cálculo en Excel 2013 para el análisis estructural y sísmico, con el método de los pórticos planos se realizó el modelamiento de la estructura en el software SAP 2000, para una configuración arquitectónica típica de 18 metros de largo x 9 metros de ancho, 13 metros de altura, cuanta con un total de 140.82m², ubicada en el distrito de Santa Anita, departamento de Lima – Perú.

La motivación principal para realizar esta investigación se basa en que vivimos en un país altamente sísmico especialmente en nuestra capital en donde está ubicado nuestra estructura a analizar, por tal motivo debemos tener conocimiento que una estructura tiene que ser analizada para saber los esfuerzos axiales a compresión que tienen que soportar los muros al estar sometidos a cargas verticales proveniente del peso propio de la estructura, la carga muerta, la sobre carga y la fuerza sísmica, la cual desarrollaremos en el capítulo II, en la que nos enfocaremos en resaltar la variación de los esfuerzos axiales en los muros con fines sísmicos cuando la estructura tiene 3, 4 y 5 pisos, la verificación de la fisuración de los muros en el primer piso ante un sismo moderado y severo con inclusión y no inclusión de muros de concreto. Seguidamente en el capítulo III analizaremos los resultados obtenidos del análisis estructural y sísmico estático. Finalmente podemos concluir que se ha podido constatar que para edificios de albañilería confinada con este tipo de configuración arquitectónica típica será necesario incluir muros de concreto armado con la finalidad de evitar la falla por corte en los muros del primer piso.

Palabras clave: Albañilería confinada, análisis estructural.

ABSTRACT

This research has as its main objective the static structural and seismic analysis of a typical confined masonry house to determine the failure by cutting on the first floor, Lima 2019. Which we will develop in Chapter I, for this purpose spreadsheets were developed In Excel 2013 for the structural and seismic analysis, with the method of the flat frames the structure was modeled in the SAP 2000 software, for a typical architectural configuration 18 meters long x 9 meters wide, 13 meters high, how much with a total of 140.82m², located in the district of Santa Anita, department of Lima - Peru.

The main motivation to carry out this research is based on the fact that we live in a highly seismic country, especially in our capital where our structure to be analyzed is located, for this reason we must have knowledge that a structure has to be analyzed to know the axial compression efforts that the walls have to withstand when subjected to vertical loads from the structure's own weight, dead load, overload and seismic force, which we will develop in Chapter II, in which we will focus on highlighting the variation in axial efforts on the walls for seismic purposes when the structure has 3, 4 and 5 floors, the verification of the cracking of the walls on the first floor against a moderate and severe earthquake with inclusion and non-inclusion of concrete walls. Then in Chapter III we will analyze the results obtained from the static structural and seismic analysis. Finally, we can conclude that it has been found that for masonry buildings confined with this type of typical architectural configuration, it will be necessary to include reinforced concrete walls in order to avoid failure by cutting the walls of the first floor.

Keywords: Confined masonry, structural analysis.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las edificaciones de albañilería confinada, son las construcciones más populares en las zonas urbanas del Perú, para viviendas, oficinas, hoteles, etc. Estas viviendas de albañilería confinada se vienen construyendo de una manera masiva, las cuales en su gran mayoría cuentan con muros de albañilería que presentan deficiencias técnicas y patologías, debido a que la mano de obra no calificada (maestros de obra, operarios), los cuales trabajan de manera empírica y sin tener el asesoramiento de una persona capacitada como lo es el Ingeniero Civil. La mano de obra deficiente origina que, en el asentado de ladrillo se observen espesores de junta mayores a lo recomendado en la norma E.070 (mayor a 1,00 cm y menor a 1,5cm), muros que no se encuentran aplomados, ladrillos no trabados, presencia de humedad en los muros producto del colapso de las instalaciones sanitarias. Otro problema que se encuentra es la baja calidad de materiales (ladrillos), los cuales generan eflorescencia por la presencia de sales solubles, degradaciones de los ladrillos a temprana edad, también se encuentra la presencia de fisuras y grietas producto de asentamientos diferenciales, expansión de suelos, corte, etc.

El concepto de albañilería no es nuevo, desde que el ser humano es sedentario inconscientemente lo ha utilizado para la construcción de sus viviendas, en esa época tener una era fundamental para la supervivencia y entre más estable mucho mejor, en cuanto al Perú, los primeros rasgos de unidades de albañilería se conocen en la gran Huaca Piedra, Perú (5000 años de antigüedad) del tipo adobe. Con el pasar de los años, los actuales descubrimientos y nuevos materiales favorecieron el avance de la albañilería. Desde una simple vivienda hasta un rascacielos necesita un buen diseño y además unos buenos constructores con conocimientos en albañilería para que la construcción no tenga puntos débiles que puedan provocar pérdidas humanas innecesarias. (Castañeda Payano R.- 2016)

De acuerdo a repetidos censos de vivienda realizados por el INEI las viviendas informales superan el 70% del total de viviendas a nivel nacional, esto se refleja también en la ciudad de Lima, donde los distritos de los distintos conos están llenos de viviendas construidas sin ningún asesoramiento técnico profesional, como consecuencia están los grandes asentamientos humanos y barriadas que con los años se han convertido en zonas de gran población y auge comercial. Hasta la fecha, según los últimos datos del Censo peruano del 2017 (INEI, 2017) se sabe que en Lima predominan las estructuras de albañilería. A pesar de ello, no es común que se les enseñe a los ingenieros civiles los procesos de diseño de dicho sistema estructural. Usualmente las universidades enfocan más en el diseño en concreto armado debido a su mejor aporte como sistema estructural.

Debido a que el Perú se encuentra en una zona de peligro sísmico, ha sido necesaria la elaboración de ciertas normas que puedan disminuir la vulnerabilidad de las construcciones ante los movimientos telúricos. Estas normas pertenecientes al Reglamento nacional de edificaciones (RNE) tratan de regular, bajo ciertos parámetros, el diseño y construcción de edificios para todo uso. Como consecuencia de la fuerte demanda de materiales de construcción tales como la albañilería, ha sido necesario añadir una propia norma para dicho sistema estructural. En el caso de la albañilería se tiene la norma E.070, Como se mencionó previamente, es común contratar a maestros de obra más no a ingenieros al momento de diseñar una vivienda. Esto genera un mayor uso de albañilería como principal elemento de construcción, ya que este material es más usado por los maestros de obra y al mismo tiempo es más económico (INEI, 2017).

No existe una investigación que realice el análisis estructural de un edificio típico de albañilería confinada para evitar la falla por corte que se produce en el primer piso, esta investigación asume ese reto. Como antecedentes tenemos la investigación de (Cáceres Cáceres, Ángel Ernesto; Enríquez Ranilla, Luis Alberto, 2017) en su tesis hacen el análisis

de costos, diseño sísmoresistente- estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería estructural de un edificio multifamiliar, buscando con el presente proyecto llegar al pleno dominio de la formulación de un proyecto desde la base de un plano arquitectónico hasta llegar al diseño de los elementos estructurales de dicho edificio tanto en albañilería estructural como también en muros de corte ya que este último sistema de construcción se está dando con más continuidad en nuestro medio , dando así el gran paso que significa ir de la teoría a la práctica. Y de costos comparativo entre una vivienda de MDL y una de albañilería.

(Leguía Gregorio, 2018) en su tesis hizo la evaluación de la resistencia al corte y flexión de muros de albañilería confinada artesanales con carga dinámica cíclica. El estudio pretende evaluar la resistencia al corte y flexión de muros de albañilería confinada artesanal sometidos a carga lateral cíclica, construidos con unidades de albañilería de tipo king kong sólido artesanal de arcilla, asentadas con mortero de agregado fino, juntas de 1.5 cm y con una conexión dentada entre confinamientos verticales (columnas)-albañilería. Antes se procederá realizar un análisis numérico computacional mediante elementos finitos con el programa Ansys v18.2, sobre el comportamiento del muro de albañilería confinada artesanal, utilizando los valores tradicionales de las propiedades físicas y mecánicas de la albañilería confinada.

(Shaquihuanga Darwin, 2014), en su tesis evaluó el estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector Fila Alta en Jaén. Se registró que el 100% de unidades de albañilería utilizadas eran del tipo artesanal, el 88% de muros tenían problemas de espesores de junta mayor a 1,5 cm, el 19% de muros estudiados están desplomados. En el caso de patologías se determinó que el 15,28% de muros estudiados tiene problemas con grietas, el 37,5 % presenta fallas por eflorescencia y humedad. Tanto las deficiencias técnicas y patologías se deben a la falta de asesoramiento de un profesional

calificado (Ingeniero, arquitecto, etc.), para que realice al seguimiento de la construcción de su vivienda.

(Cárdenas Rocío y Cárdenas Liz, 2018) analizaron la relación entre la resistencia a la compresión f'_c de testigos de concreto con la resistencia a la compresión f'_b de sus respectiva unidad de albañilería en la ciudad del Cuzco. Para el estudio se elaboraron testigos de concreto de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura y bloques huecos de concreto de dimensiones 12x20x40 cm, con diseño de mezcla 175 kg/cm² y 210 kg/cm², diseñado por el método ACI, fabricados con cemento Portland tipo IP, agregado fino de las canteras de Cunyac y Vicho y agregado grueso de la cantera de Sencca; de tal manera que los agregados cumplan con la granulometría de la NTP 400.037. Sobre los testigos y bloques huecos de concreto se realizó el ensayo de resistencia a la compresión, donde se obtuvo una relación directa entre los valores de f'_c y f'_b , determinando un factor “a” de relación para las diferentes edades analizadas; también se analizaron las propiedades físicas de bloques huecos de concreto, tales como ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción y succión, a las edades de 7, 14 y 28 días, donde se observó que el diseño de mezcla influye con la mejora de sus propiedades. Estos ensayos se desarrollaron en base a las normas E.070 y NTP 399.604.

(Barrueto Jomar, 2019), en su tesis realizó el análisis sísmico comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción de un edificio de viviendas multifamiliares del distrito de Surquillo. La motivación principal para realizar esta investigación se basa en encontrar las principales diferencias sísmicas entre los tipos de construcción según los sectores económicos de la población. Mientras que la población de recursos económicos altos puede costearse una vivienda de concreto armado, la población restante solo se puede permitir construir viviendas de albañilería. Debido a

construcciones y/o análisis sísmicos ineficientes, se ha visto a lo largo de los años que las viviendas de albañilería son las primeras en colapsar ante cargas sísmicas.

La hipótesis de este trabajo de investigación plantea que, de diseñarse apropiadamente, los edificios de albañilería confinada pueden llegar a ser tan resistentes ante cargas sísmicas como los edificios de concreto armado.

Para poner a prueba lo planteado se ha realizado un modelo tridimensional de ambas estructuras en el software estructural ETABS 2016, teniendo como principales datos de salida los periodos, los desplazamientos y las derivas máximas. Los resultados indican que si bien es cierto que el sistema estructural de concreto armado tiene menor periodo y se encuentra más lejos de los límites exigidos por la Norma sismorresistente E.030, el sistema estructural de albañilería confinada no se encuentra tan alejado de su contrincante, hasta incluso tiene derivas mucho menores a la máxima permitida. Por este motivo se llega a la conclusión principal que los edificios de albañilería confinada pueden ser tan resistentes a cargas sísmicas como lo son los edificios de concreto armado.

Así mismo (Bazán Joen en el año 2007) realizó la investigación sobre la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. Llegando a la conclusión de que los 03 sistemas estructurales predominantes son: viviendas de albañilería (confinada) de ladrillos de arcilla con 56.4%, viviendas de albañilería de adobe con 23.4% y viviendas de albañilería de tapial con 17.2%. Los demás sistemas estructurales encontrados en la ciudad corresponden sólo al 3%, los cuales abarcan a edificaciones aporricadas (escuelas, colegios, hospitales, edificios comerciales, entidades públicas y hoteles). El consecutivo trabajo de gabinete consistió en procesar la información obtenida en campo para cada vivienda. Para ello se utilizó una Ficha de Reporte, la cual resume las características técnicas de las viviendas, y considera un análisis sísmico simplificado. Todas las viviendas analizadas son de diafragma rígido, se estudia el

comportamiento sísmico para los casos de sismo raro y sismo frecuente. Finalmente se determina el diagnóstico sísmico de la vivienda indicando su grado de vulnerabilidad ante dichos eventos sísmicos. De la investigación se concluye que la construcción de las viviendas se realiza sólo con la ayuda de un maestro de obra y pocas veces interviene el Ingeniero Civil, siendo más frecuente su intervención en la etapa de elaboración del proyecto. El escaso conocimiento técnico con que cuentan estos obreros genera condiciones negativas que influyen en la seguridad física de las viviendas. Se encuentran viviendas mal ubicadas, con deficiente cantidad de muros en el sentido paralelo a la calle, muros y tabiques sin confinamientos, muros pésimamente contruidos. De las 120 viviendas analizadas ante sismo raro el 65% de viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica alta, el 17.5% VS media y el 17.5% VS Baja. Al mismo tiempo este informe nos da una idea clara y general de las condiciones actuales de las viviendas, de cómo se viene construyendo y cuál es la tendencia, en la ciudad, en lo que a proceso constructivo de albañilería confinada se refiere. Finalmente, se proponen recomendaciones técnicas preliminares para mejorar el comportamiento sísmico de las viviendas y reducir su vulnerabilidad.

(Hernández Luis Miguel, 2012) en su tesis hizo el análisis estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada. En cuanto al diseño del edificio, se emplearon muros de corte tanto de albañilería confinada y de concreto armado. Se buscó una distribución que garantice una rigidez adecuada en ambas direcciones con la finalidad de controlar los desplazamientos laterales y evitar problemas de torsión, en conjunto con el uso de dinteles y vigas peraltadas en la zona correspondiente a la caja de la escalera. Definido lo anterior, se procedió a pre-dimensionar los elementos estructurales principales (losas macizas, vigas, columnas, muros de albañilería y de concreto armado), siguiendo los criterios y recomendaciones de los libros de diseño estructural empleados en esta tesis. A

continuación se procedió a realizar el metrado de cargas verticales para el análisis sísmico, cumpliendo con lo estipulado en las normas E.020 y E.030 de Cargas y de Diseño Sismo Resistente, respectivamente, con especial énfasis en las solicitudes de la norma E.070 de Albañilería para los muros respectivos. Posterior al análisis y verificación del cumplimiento de los requisitos y comprobación sísmica global del edificio, se diseñaron los elementos estructurales según la norma E.060 de Concreto Armado y en el caso de los muros de albañilería confinada, de acuerdo a la norma E.070. Tales elementos diseñados fueron los siguientes: losas macizas, vigas, muros de corte de concreto (placas), muros de albañilería, escalera, tanque elevado y cimentación, esta última tomando en consideración la Norma E.050 de Cimentaciones. Finalmente se presenta el presupuesto correspondiente al casco de la estructura, con precios actualizados al mes de setiembre del presente año.

(Loayza Juan, 2008), en su tesis realizó la reparación de un muro de albañilería confinada mediante varillas de fibra de vidrio. En la primera parte se efectuó la recopilación y análisis de resultados correspondientes al muro original de albañilería confinada, así como también de los resultados obtenidos frente a ensayos de compresión diagonal de muretes, compresión de pilas de muretes, y ensayos de control hechos sobre los materiales originales. En la segunda parte, se realizó la reparación del muro mediante una técnica novedosa en el país, basada en el uso de varillas de fibra de vidrio la cual contó con la mano de obra calificada del personal técnico del Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Esta técnica pretende ser una alternativa a los ya existentes métodos de reparación. También, en esta parte se consideran los ensayos de los elementos empleados en la reparación del muro. Finalmente, la última parte considera el ensayo del muro reparado a una carga lateral cíclica similar a la utilizada en el muro original, para poder así comparar resultados en cuanto a resistencia, rigidez y ductilidad.

Esta es solo una muestra de las investigaciones realizadas sobre albañilería, ninguna hace el análisis estructural sísmico de un edificio típico de albañilería confinada para evitar la falla por corte en el primer piso y sacar conclusiones que pudieran generalizarse o que abra otra línea de investigación sobre la conveniencia o no del diseño de este tipo de sistema estructural.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo realizar el análisis estructural y sísmico para determinar la falla por corte en el primer piso en una vivienda típica en Santa Anita?

1.2.2. Problemas específicos

1.2.2.1. Problema específico 1

¿Cómo determinar la variación de los esfuerzos axiales en los muros de la estructura cuando tiene 3, 4 y 5 pisos?

1.2.2.2. Problema específico 2

¿Cómo determinar la falla por corte en el primer piso para evitar el colapso de la estructura ante un sismo moderado y sismo severo?

1.2.2.3. Problema específico 3

¿Cómo determinar el desempeño de la estructura de albañilería sin muros de concreto ante un sismo moderado y sismo severo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Análisis estructural y sísmico para determinar la falla por corte en el primer piso en una vivienda típica en Santa Anita – Lima 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

1.3.2.1. Objetivo específico 1

Determinar la variación de los esfuerzos axiales en los muros de la estructura cuando tiene 3, 4 y 5 pisos.

1.3.2.2. Objetivo específico 2

Determinar la falla por corte en el primer piso para evitar el colapso de la estructura ante un sismo moderado y sismo severo.

1.3.2.3. Objetivo específico 3

Determinar el desempeño de la estructura de albañilería sin muros de concreto ante un sismo moderado y sismo severo.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Hipótesis Alterna (Ha): El análisis estructural y sísmico de una vivienda típica en Santa Anita determina la falla por corte en el primer piso.

Hipótesis Nula (Ho): El análisis estructural y sísmico de una vivienda típica en Santa Anita no determina la falla por corte en el primer piso.

1.4.2. Hipótesis específica

1.4.2.1. Hipótesis específica 1

Hipótesis Alterna (Ha):

Existe variación de los esfuerzos axiales en los muros de la estructura cuando tiene 3, 4 y 5 pisos.

Hipótesis Nula (Ho):

No existe variación de los esfuerzos axiales en los muros de la estructura cuando tiene 3, 4 y 5 pisos.

1.4.2.2. Hipótesis específica 2

Hipótesis Alterna (Ha):

Existe la falla por corte en el primer piso para evitar el colapso de la estructura ante un sismo moderado y sismo severo.

Hipótesis Nula (Ho):

No existe la falla por corte en el primer piso para evitar el colapso de la estructura ante un sismo moderado y sismo severo.

1.4.2.3. Hipótesis específica 3

Hipótesis Alterna (Ha):

La adición de muros de concreto optimiza el desempeño de la estructura de albañilería ante un sismo moderado y sismo severo.

Hipótesis Nula (Ho):

La adición de muros de concreto no optimiza el desempeño de la estructura de albañilería para sismo moderado y sismo severo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación planteada según la naturaleza de los datos es cualitativa, según el propósito es aplicada, según su profundidad es explicativa y de corte transversal. Es cualitativa porque se centra en la obtención de datos en principio no cuantificables, basados en la observación, es aplicada porque está centrada en encontrar mecanismos que permita lograr un objetivo concreto, es de corte transversal porque está referida a un tiempo y espacio específico. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Variable Independiente

Análisis estructural y sísmico

Variable Dependiente

Falla por corte en el primer piso

Variables	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores
Análisis estructural y sísmico	En el análisis estructural podemos calcular la rigidez de la estructura, tomando en cuenta la carga de gravedad (peso propio, carga viva, carga muerta) y carga sísmica. El análisis sísmico de una edificación de albañilería consiste en determinar, de acuerdo a la norma E.0.30 y a la Norma E.0.70, las fuerzas internas en los elementos estructurales y los desplazamientos laterales producidos por las cargas sísmicas. (San Bartolomé, 2018)	rigidez Carga de gravedad Cargas sísmicas	análisis estructural Peso propio, Carga viva y Carga muerta. Comportamiento sísmico de la albañilería.
Falla por corte en el primer piso	El esfuerzo cortante que se produce en los muros producto de la carga sísmica que sobre pasa el límite máximo cortante ($V_e \leq 0.55V_m$) de la Norma E.0.70. (San Bartolomé, 2018)	Falla por corte Límite máximo	Muros de albañilería Análisis estructural Análisis comparativo

Figura 1: Matriz operacional

Fuente: Elaboración propia

2.2. Población y muestra

Los datos de población analizada para la presente investigación corresponden al desarrollado del análisis estructural y sísmico estático de una vivienda típica de albañilería confinada en un área de 140.82m² ubicado en el distrito de Santa Anita, departamento de Lima.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La presente investigación inicia con la selección de cinco configuraciones arquitectónicas típicas del Distrito de Santa Anita Provincia de Lima, luego se elige una de ellas de dimensiones 18 x 9m, cuenta con 3 dormitorios, 1 cocina, 1 lavandería, sala comedor, 2 escaleras y 2 baños, son 140.82m² para nuestro análisis estructural y sísmico estático, para eso es necesario estudiar los aspectos teóricos y normativas para aplicarlos en el desarrollo, con la creación de hojas de cálculo en Excel 2013, el método de los pórticos planos y el modelamiento en el software Sap2000.

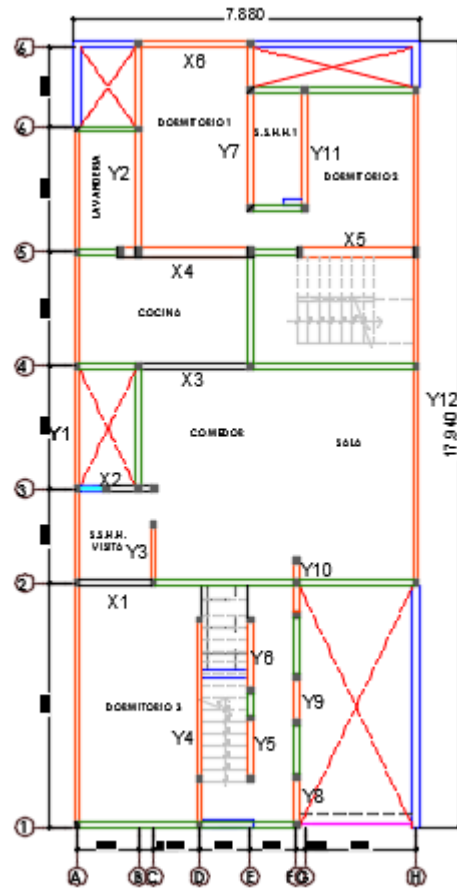


Figura 2. Planteamiento arquitectónico típico

Fuente: Arq. Jorge Vargas

2.4. Marco teórico

2.4.1. Generalidades

Se empieza con la teoría de la presente investigación, primero con todos los datos generales, para posteriormente detallar para cada objetivo.

- Ubicación del edificio: Santa Anita, Lima, sobre cascajo
- Dimensiones: 18 x 9m
- Uso: vivienda
- Número de pisos: 5
- Zona sísmica “Z”: 4

- Factor de reducción de fuerzas sísmicas "R0"= Albañilería Sismo moderado 6.0
- Sistema de techado: loza maciza armada en dos sentidos, espesor $t=15\text{cm}$.
- Azotea: no utilizable, sin parapetos, sin tanque de agua (sistema hidroneumático)
- Altura de piso a techo: 2.60m
- Peralte de vigas soleras: 0.15 m (igual al espesor del techo)
- Peralte de vigas dinteles: 0.30 m.

2.5. Características de los materiales

2.5.1. Albañilería

Los elementos de albañilería confinada se analizaron empleando la Norma E.070, definido en el Artículo 3.3 como mampostería confinada por concreto armado en todo su perímetro vaciado posteriormente. De acuerdo a la ubicación del edificio, la Tabla 2 del Artículo 5.3 indica que se deberán emplear unidades sólido - industriales en muros portantes distribuidos en todo el edificio, los cuales deben ser mayor o igual a 1.20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales, como indica el Artículo 17. El Artículo 23.2 indica que su diseño se realizará por el método de resistencia, buscando que la estructura no sufra daños ante eventos sísmicos frecuentes (sismos moderados) y proveer la resistencia necesaria para soportar el sismo severo limitando el nivel de daños en los muros para que sean económicamente reparables.

- Ladrillos clase IV sólidos (30% de huecos), tipo KK industrial (Tabla 9, NTE E.070), $f^b=145\text{kg/cm}^2$
- Mortero tipo P2: cemento – arena 1:4
- Pilas: resistencia característica a compresión = $f^m = 65\text{kg/cm}^2 = 650\text{ton/cm}^2$
- Murete: : resistencia característica a corte puro = $v^m = 8.1\text{kg/cm}^2 = 81\text{ton/m}^2$

- Módulo de elasticidad: $E_m = 500f^m = 32,500\text{kg/cm}^2 = 325,000\text{ ton/m}^2$
- Módulo de corte : $G_m = 0.4E_m = 13,000\text{kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson : $\nu = 0.25$



Figura 3. Ensayo de pilas

Elaboración: A. San Bartolomé

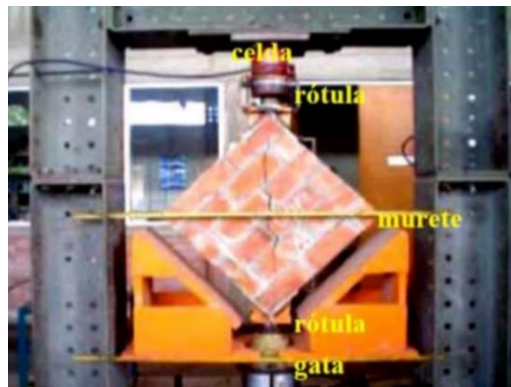


Figura 4. Ensayo de murete

Fuente: A. San Bartolomé

2.5.2. Concreto

- Resistencia nominal a compresión : $f'c = 175\text{kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad : $E_c = 200,000\text{kg/cm}^2 = 2000,000\text{ton/m}^2$
- Módulo de Poisson : $\nu = 0.15$

2.5.3. Acero de refuerzo

- Corrugado. Grado 60, esfuerzo de fluencia = $f_y = 4200\text{kg/cm}^2 = 4.2\text{ton/cm}^2$

2.6. Cargas unitarias

2.6.1. Pesos volumétricos

- Peso volumétrico del concreto armado: 2.4 ton/m^3
- Peso volumétrico de la albañilería: 1.8ton/m^3
- Peso volumétrico del tarrajeo: 2.0ton/m^3

2.6.2. Techos

- Peso propio de la losa de techo: $2.4 \times 0.15 = 0.36\text{ton/m}^2$
- Sobrecarga (incluso en escalera): 0.2ton/m^2 , excepto en azotea: 0.1ton/m^2
- Acabados: 0.1ton/m^2

2.6.3. Muros

- Peso de los muros de albañilería (soga) con 1cm de tarrajeo: $1.8 \times 0.125 + 2.0 \times 0.02 = 0.262\text{ton/m}^2$
- Peso de los muros de albañilería (cabeza) con 1cm de tarrajeo: $1.8 \times 0.23 + 2.0 \times 0.02 = 0.452\text{ton/m}^2$
- Peso de los muros de concreto con 1cm de tarrajeo: $2.4 \times 0.125 + 2.0 \times 0.02 = 0.34\text{ton/m}^2$
- Ventanas: 0.02ton/m^2

2.7. Estructuración

2.7.1. Muros

La estructura está compuesta en sus direcciones principalmente por muros confinados. Se ha considerado también muros de concreto armado para compensar rigideces y evitar problemas de torsión.

Las características de los muros estructurales de acuerdo a la norma E.070

(Capítulo 6.4) son:

- Sección transversal simétrica.
- Continuidad vertical hasta la cimentación.
- Longitud mayor a 1.20m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.
- Longitudes preferentemente uniformes en cada dirección.
- Juntas de control en donde haya juntas de control en la cimentación en las losas y techos.
- La distancia máxima entre las juntas de control es de 25 m para unidades de arcilla.
- Aplastamiento: si hay carga de gravedad concentrada que actúen en el plano de albañilería, el esfuerzo axial de servicio producido por esa carga debe ser menor que $0.375 f'_{cm}$ (para el área de compresión se considera un ancho igual al ancho sobre el que actúa la carga concentrada más dos veces el espesor efectivo del muro medido a cada lado de la carga concentrada).

Muros a ser reforzados: para las zonas sísmicas 2,3 y 4 (según la norma E.030) se debe reforzar cualquier muro portante que se lleve al menos 10% de la fuerza

sísmica y a los muros perimetrales de cierre, en la zona 1 se reforzará como mínimo los muros perimetrales de cierre.

2.7.2. Alfeizares

Los alfeizares de ventanas serán aislados de la estructura principal.

2.8. Predimensionamiento

2.8.1. Espesor efectivo de los muros “t”

La estructuración implica el predimensionamiento de los muros y el análisis de la densidad de muros, para ellos se usa la norma E.070 de Albañilería del 2006 que es la que está vigente al presente.

Es el espesor del muro sin tarrajeo descontando la profundidad de las bruñas, capítulo 7 de la NTE E.070.

$t \geq \frac{h}{20}$	Para las Zonas Sísmicas 2 3 y 4
$t \geq \frac{h}{25}$	Para la Zona Sísmica 1

Ecuación 1. Espesor efectivo

Fuente: Norma E.070

“h” es la altura libre entre los elementos de arrioste horizontal, intervienen los muros de longitudes mayores a 1.20m

Las losas de piso, techo y cimentación deben ser diafragmas rígidos para compatibilizar los desplazamientos laterales de los muros estructurales, una manera práctica de delimitar un diagrama rígido es cuando su relación de lados es menor que 4.

Los diafragmas deben tener conexión con los muros para que cumpla su propósito de compatibilización.

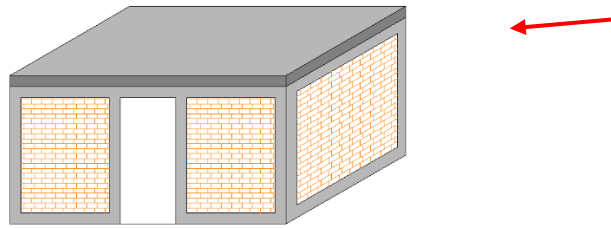


Figura 5. Diafragma rígido

Fuente: Elaboración propia

2.8.2. Configuración

De acuerdo a la norma E.070, las estructuras de albañilería deben tener las siguientes configuraciones:

El sistema de albañilería estructural está formado por muros dúctiles y arriostrados todos ellos integrados por los diafragmas.

Se tienen las siguientes recomendaciones de la norma E.070:

- Plantas simples y regulares.
- Simetría en la distribución de masas, además de cumplirse las limitaciones de torsión de la norma E.030.

Tanto en planta como en elevación la relación de dimensiones debe ser menor que

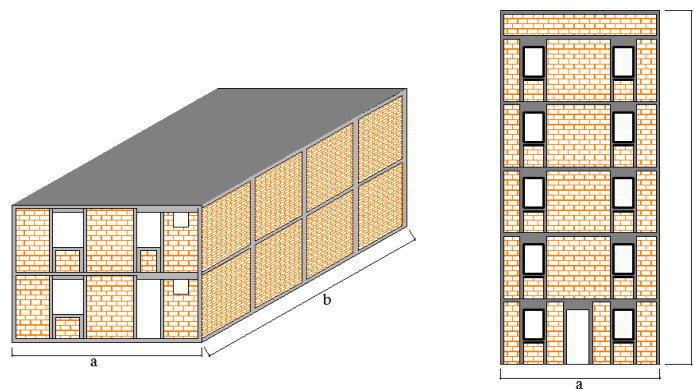


Figura 6. $b/a > 4$

Fuente: Elaboración propia

- Regularidad en planta y en elevación, es decir, no debe tener las irregularidades según la norma E.030 en altura (Irregularidad de rigidez o piso blando, de resistencia o piso débil, masa o peso, geométrica vertical, discontinuidad de los sistemas resistentes) ni en planta (torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos)
- Debe tener densidad de muros similares en las dos direcciones principales, caso contrario reforzar con pórticos y/o muros de concreto armado.

2.8.3. Densidad mínima de muros reforzados

La densidad mínima de muros reforzados para esta investigación, para cada dirección del edificio se obtiene de la siguiente expresión:

$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \sum L t \geq Z \cdot U \cdot S \cdot N$
$A_p \quad 56$

Ecuación 2. Densidad de muros

Fuente: Norma E.070

Donde:

L: longitud total del muro incluyendo sus columnas (solo intervienen muros con

L > 1.2m)

t: espesor efectivo

A_p: área de la planta típica

Z: 0.45, los edificios están ubicados en la zona sísmica 4 (Norma E0.30)

U: 1, los edificios son de uso común, destinado para vivienda (Norma E0.30)

S: 1.05, los edificios están ubicados sobre suelo de buena calidad (Norma E0.30)

N: 3,4 y 5, número de pisos de los edificios.

Si fuera necesario para cumplir la expresión anterior se podría agregar placas de concreto y modificar el espesor según la relación modular $n = E_c/E_m$ (E_c , E_m : módulos de elasticidad del concreto y albañilería respectivamente)

- La estructura debe contar con dinteles de hasta 60cm.
- Los parapetos, cercos y alféizares deben estar aislados de la estructura principal y diseñada ante acciones perpendiculares a su plano.

2.8.4. Esfuerzo axial máximo

El diseño por carga vertical de gravedad contempla que en el muro se presente un esfuerzo axial (o esfuerzo normal) con cargas de servicio, menor al esfuerzo admisible del material ante esta sollicitación (ecuación 3: Esfuerzo axial máximo).

El esfuerzo normal actuante, σ_m , se calcula con la carga muerta y el 100% de la carga viva, dividida entre un área rectangular del muro igual a su longitud total, incluyendo las columnas internas y externas, por su espesor efectivo (L_t). El esfuerzo admisible por compresión se basa en que el esfuerzo de rotura en las pilas (f'_m), se va reduciendo conforme aumenta la esbeltez del muro, la cual se toma como la relación h/t , donde “h” es la altura libre y “t” es el espesor efectivo. La relación es parabólica decreciente y busca prevenir las fallas por pandeo en muros esbeltos sujetos a cargas verticales excesivas.

De otro lado, el valor máximo del esfuerzo axial σ_m , se limita a $0.15f'_m$ para que no se reduzca la ductilidad del muro ante sollicitaciones sísmicas severas.

En el capítulo 7 de la norma E.0.70 nos indica que el esfuerzo axial máximo (α_s) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f_m$$

Ecuación 3. Esfuerzo axial máximo

Fuente: Norma E.070

Donde:

- P_m = Cargas de gravedad maxima incluyendo el 100% de la sobrecarga
- L = Longitud total del muro a analizar
- t = Espesor efectivo del muro a analizar, $t = 0.13$ m
- h = altura del muro a analizar, $h = 2.6$ m
- f'_m = resistencia a la compresión axial en las pilas, $f'_m = 6$ kg/cm²

2.9. Medrado de carga

Las cargas actuantes en cada muro se obtienen sumando las cargas directas (peso propio, peso de solera, dinteles, ventanas y alfeizares) más las cargas indirectas (provenientes de la losa del techo: peso propio, acabados y sobrecarga).

2.9.1. Cargas directas

Para obtener las cargas directas primeramente se determina las cargas repartidas por unidad de longitud en cada sección vertical típica.

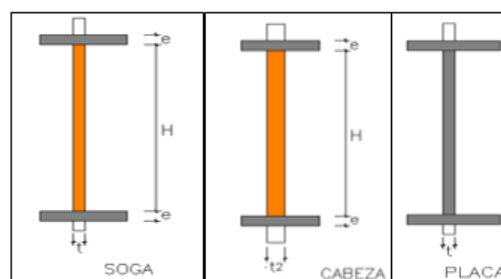


Figura 7. Secciones verticales típicas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1

Cargas directas (ton/m)

ZONA	PISO TÍPICO	AZOTEA
Muros de soga (ton/m)	0.70	0.42
Muros de cabeza (ton/m)	1.20	0.69
Puertas (ton/m)	0.14	0.12
Ventanas h= 1m (ton/m)	0.39	0.12
Ventanas altas 1.8m (ton/m)	0.59	0.26
Tabiques (ton/m)	0.57	0.36
Placa de concreto (ton/m)	0.88	0.51

Fuente: Elaboración propia

2.9.2. Cargas Indirectas

Para determinar las cargas provenientes de la losa de techo, se aplicó la técnica de áreas de influencia (AI). Las áreas corresponden a los muros en X en Y.

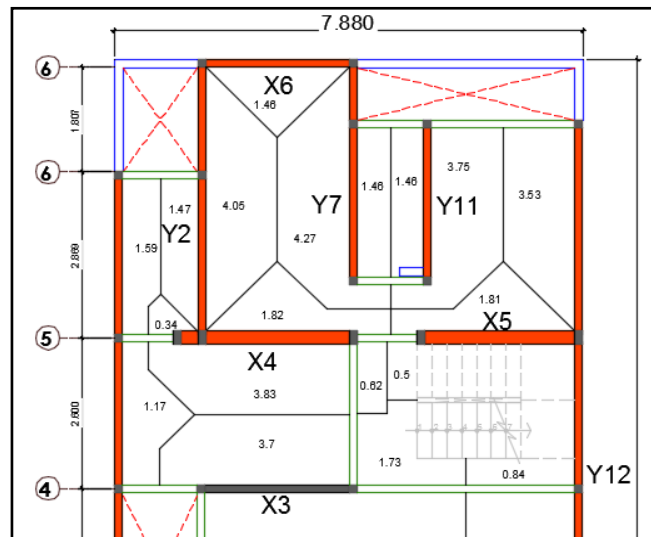


Figura 8. Método del sobre

Fuente: Elaboración propia

2.9.3. Cargas por nivel y centro de gravedad

Para determinar las cargas existentes en cada nivel del muro (P), se sumó la carga directa y la indirecta. Puesto que estas cargas se utilizan para el análisis sísmico, se trabajó con 25% de sobrecarga.

Una vez determinada la carga P_i , se calculó la posición del centro de gravedad (CG) de cada nivel del edificio, mediante las expresiones.

$$X_{cg} = \frac{\sum P_i X_i}{W}$$
$$Y_{cg} = \frac{\sum P_i Y_i}{W}$$

Ecuación 4. Centro de gravedad

Fuente: Norma E.070

Donde:

P_i es la carga vertical existente del muro “i”, cuyo centroide se define con las coordenadas X_i , Y_i , y W es el peso del nivel en análisis.

2.9.4. Peso total del edificio y cargas acumuladas

El peso obtenido en cada edificio, con 25% de sobrecarga para análisis sísmicos

Peso total del edificio cuando tiene 5 pisos: 506.48ton., cuando tiene 4 pisos: 401.07ton., cuando tiene 3 pisos: 292.67ton., cuando tiene 3 pisos sin inclusión de muros de concreto: 286.22ton.

2.10. Análisis ante el sismo moderado y severo

Dada la regularidad del edificio, se hará un análisis estático ante las acciones del sismo moderado, modelando el edificio mediante un sistema de pórticos planos conectados a través de diafragmas rígidos (losas de techo), empleando el programa SAP2000 y ETABS 2017. De acuerdo a la norma E.0.70, el sismo moderado se define como aquel que origina fuerzas de inercia iguales a la mitad de las correspondientes al sismo severo (donde $R=3$, según la norma E.0.30), esto significa que para el sismo que para el sismo moderado puede emplearse un factor de reducción de las fuerzas sísmicas elásticas $R=6$.

Cabe mencionar que de efectuarse el análisis ante sismo severo, podría obtenerse en los muros fuerzas cortantes últimas (V_u) que superen a su resistencia (V_m), esto no significa que el muro colapse, sino que incurrió en su régimen inelástico, redistribuyéndose la diferencia de cortantes ($V_u - V_m$) en el resto de muros conectados por el diafragma rígido, con lo cual, el análisis elástico ante el sismo severo perdería validez. Por ello, es preferible efectuar el análisis ante sismo moderado.

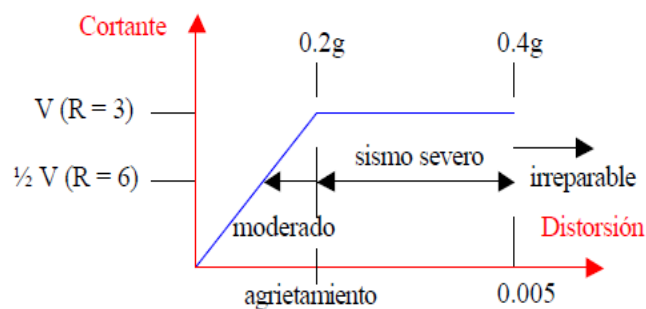


Figura 9. Sismo moderado y severo

Fuente: Norma E.070 (comentada)

2.10.1. Determinación de las fuerzas de inercia (Fi)

De acuerdo a la norma E.0.30, la fuerza cortante en la base del edificio (H) se calcula con la expresión:

$$H = \frac{ZUSC}{R} P$$

Ecuación 5. Fuerza cortante

Fuente: Norma E0.70

Donde:

- Z: 0.45 (edificio ubicado en la zona sísmica 4)
- U: 1.0 (edificio de uso común, destinado a vivienda)
- S: 1.05 (edificio ubicado sobre suelo de buena calidad, tipo S1, con $T_p: 0.4 \text{ seg}$)
- C: 2.5 ($T_p/T \leq 2.5$; para $T_p > T$ $C=2.5$)
- Hm: altura total del edificio = $2.60 \times 5 = 13 \text{ m}$
- R: 6 (para sismo moderado)
- P: 506.48 ton = peso total del edificio con 25% de sobrecarga.

De este modo se obtiene para las dos direcciones (X e Y):

$$H = \frac{ZUSC}{R} P = \frac{0.45 \times 1.0 \times 1.05 \times 2.5}{6} \times 506.48 = 99.71 \text{ ton.}$$

Ecuación 6. Resultado de fuerza cortante

Fuente: Elaboración propia

Luego las fuerzas de inercia se evalúan mediante la expresión de la norma E.030:

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} H$$

Ecuación 7. Fuerza de inercia

Fuente: Norma E0.30

Donde:

Wi: peso del nivel “i”

Hi: altura del nivel “i” medida desde la base del edificio

Hi: cortante en el entrepiso “i” por sismo moderado

VEi: cortante en el entrepiso “i” por sismo severo (el doble de Hi)

2.10.2. Excentricidades accidentales y estados de carga sísmica

De acuerdo a la norma E.030 la excentricidad accidental (Ea) se calcula mediante la expresión: $E_a = 0.05B$

Donde “B” es la dimensión de la planta transversal a la dirección en análisis

Cuando se emplea el programa SAP2000, es necesario mover al centro de masas (punto donde actúa la fuerza de inercia “Fi”) para contemplar las torsiones accidentales.

Se consideraron 3 tipos de materiales, determinándose $n = E_c/E_m = 6.15$:

- Albañilería (muros): $E_m = 325,000 \text{ ton/m}^2$ $\nu:0.25$
- Concreto (muro y dinteles): $E_c = 2'000,000 \text{ ton/m}^2$ $\nu:0.15$
- Rígido (brazo rígido): $E_r = 200'000,000 \text{ ton/m}^2$ $\nu:0.15$

2.10.3. Secciones transversales

De acuerdo a lo indicado en la norma E.0.70 en un modelo de barras pseudo tridimensional, para las secciones transversales de los muros confinados, debe aplicarse el criterio de la sección transformada, transformando las columnas de concreto en elementos equivalentes de albañilería (su espesor de 0.125m se multiplica por $n=E_c/E_m=6.15$, proporcionando un ancho equivalente de 0.77m). Además, para contemplar la restricción que ofrecen las paredes transversales al giro por flexión y a la deformación axial del muro en análisis, debe agregarse un ancho efectivo (b) igual a:

$$b = \frac{1}{4} Lt \text{ o } 6t \text{ (sin exceder a } \frac{1}{2} Lt)$$

Ecuación 8. Sección transformada

Fuente: Norma E0.70

Dónde: “ Lt ” es la longitud libre de la pared transversal y “ t ” es su espesor.

Cabe mencionar que los pórticos planos ofrecen rigidez solo para acciones contenidas en su plano, por lo que para acciones perpendiculares al plano se asignó propiedades nulas (valores muy pequeños del área de corte y del momento de inercia).

Adicionalmente, se le asignó a los brazos rígidos (barras que hacen las veces de la sección plana en los muros) una rigidez torsional muy pequeña, ya que sobre algunos de ellos llegan transversalmente vigas dinteles. Estos elementos ortogonales tienen la tendencia de estar simplemente apoyados sobre el muro en análisis y no empotrados.

Se hace uso del método de los pórticos planos para el análisis de los muros, el método consiste en representar a cada muro a través de barras, cada barra tiene la

propiedad del muro como sección, momento de inercia, momento polar de inercia, área, etc.

Previamente al análisis estructural, se hizo la transformación de los confinamientos usando la relación modular “n”, esto se hace con la intención de llevar todos los elementos al material albañilería.

2.10.4. Transformación de muros

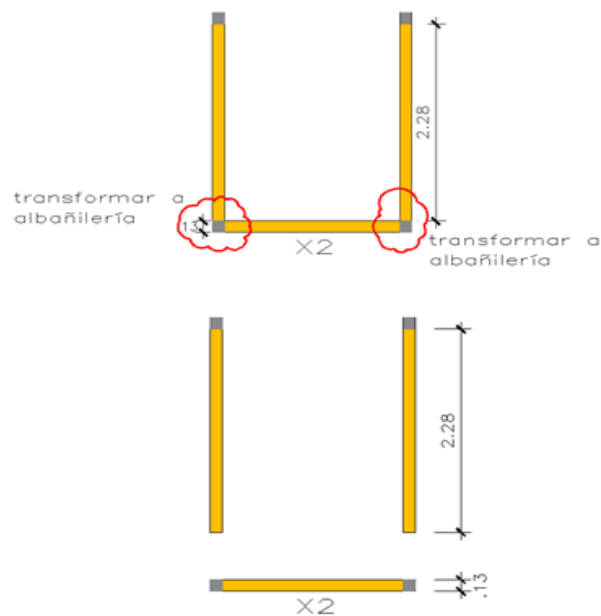


Figura 10. Transformación a albañilería.

Fuente: Elaboración propia

2.10.5. Transformación Final

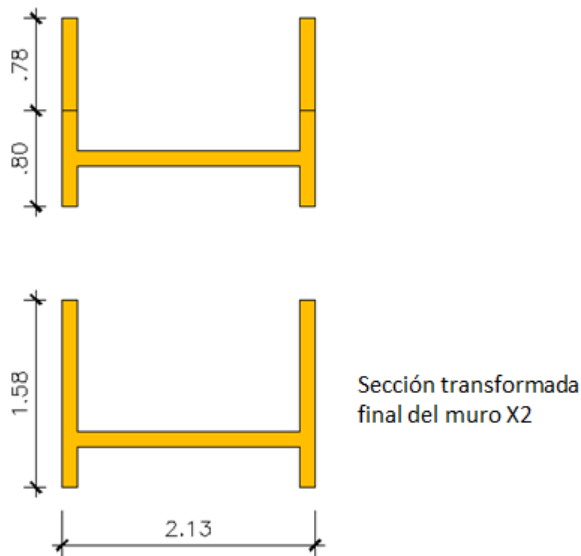


Figura 11. Transformación final

Fuente: Elaboración propia

2.10.6. Definición de los pórticos planos

La técnica del pórtico plano ha sido aplicada en numerosos edificios a nivel mundial, desde la década de los 70. Incluso, con esta técnica se ha podido predecir con éxito la respuesta elástica de especímenes a escala natural de 5 pisos de altura ensayados a carga sísmica.

La técnica consiste en subdividir el edificio en una serie de pórticos planos con rigidez solo en el plano que los contiene, para después formar un modelo seudo tridimensional conectado los nudos del pórtico en cada nivel al diafragma rígido (losa de techo).

Cada pórtico está compuesto por una serie de barras (muros, columna y vigas dintel) deformables por flexión, fuerza cortante y carga axial. Cada barra tiene su módulo de elasticidad (E_m o E_c) y módulo de corte (G_m o G_c): y para considerar el efecto del proceso constructivo en la albañilería confinada, se recurre al criterio la sección transformada, multiplicando el espesor real de la columna por la relación de

módulos de elasticidad (E_c/E_m), manteniendo constante el peralte de la columna, con lo cual, el muro presenta las propiedades del material predominante “albañilería”.

A través de los centroides de cada muro que componen a un pórtico, dispuesto en cada eje del edificio, se trazaron barras verticales que representan a los muros empotrados en su base. Luego, en cada nivel del pórtico se trazaron las barras rígidas desde el centroide del muro hasta su borde donde nacía la viga dintel. Posteriormente, se asignaron a cada barra sus propiedades.

Cabe indicar que para compatibilizar desplazamientos verticales en el encuentro entre 2 muros transversales (por ejemplo entre X1 y Y1), es posible conectar sus brazos rígidos, pero proporcionándoles rigidez torsional nula ($I_t = 0$), para que estas barras no limiten la deformación por flexión de ambos muros, además, en esos muros debería proporcionarse áreas axiales (A_1) iguales a su área de corte ($A_c = L t$), para evitar duplicidades de áreas dadas por los anchos efectivos de los muros transversales. Esta operación no se realizó en el edificio en análisis, por facilidad y además porque en los muros de poca altura predomina la deformación por corte (son los giros por flexión los que generan los desplazamientos verticales indicados).

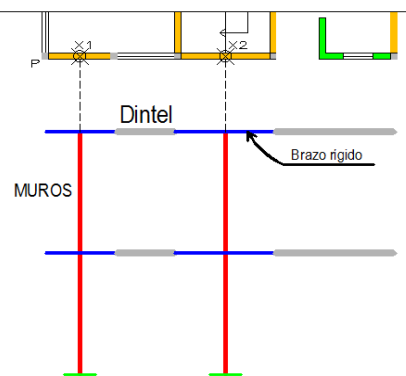


Figura 12. Pórtico plano

Fuente: Elaboración propia

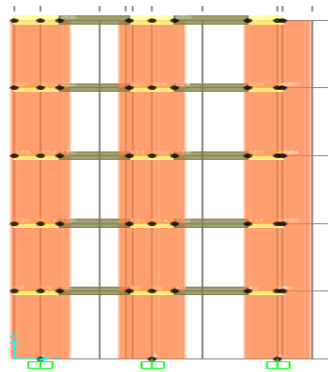


Figura 13. Esquema de un pórtico plano en 3d con SAP2000

Fuente: Elaboración propia

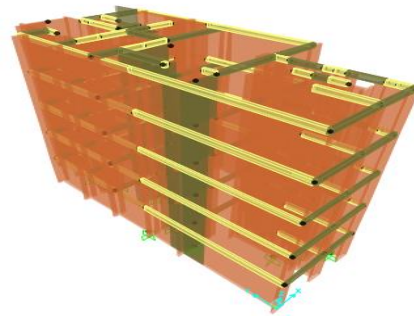


Figura 14. Estructura en SAP 2000

Fuente: Elaboración propia

2.10.7. Desplazamiento lateral y distorsión inelástica

La nomenclatura empleada en este acápite es:

- D = desplazamiento lateral elástico absoluto por sismo moderado
- d = desplazamiento lateral elástico relativo por sismo moderado (o desplazamiento del entrepiso).
- DI = distorsión inelástica máxima de entrepiso = $0.75 R d / h$ (Norma E.030)
- $R = 6$ (para sismo moderado)
- $h = 2.60$ m = altura de entrepiso

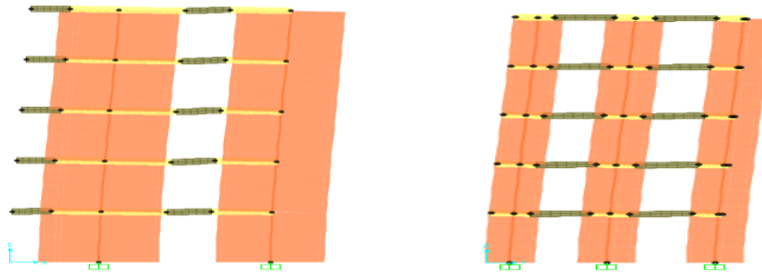


Figura 15. Desplazamientos laterales – sismo en X-X e YY

Fuente: Elaboración Propia

2.10.8. Análisis de regularidad estructural

- a. Las estructuras se clasifican como regulares o irregulares para los fines siguientes:
 - Cumplir las restricciones de la tabla N° 10 (categoría y regularidad de las edificaciones)
 - Establecer los procedimientos de análisis.
 - Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.
- b. **Estructuras Regulares** son las que, en su configuración resiste a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las tablas N° 8 y N°9 (irregularidades estructurales en altura y planta). En estos casos, el factor I_a e I_p es igual a **1,0**.
- c. **Estructuras Irregulares** son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las tablas N°8 y N°9

2.10.9. Factores de Irregularidad (Ia, Ip)

El factor Ia se determina como el menor de los valores de la tabla N°8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis.

El factor Ip se determina como el menor de los valores de la tabla N°9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.

Para dar a conocer las irregularidades estructurales en altura y en planta, hay que tener en cuenta el artículo 21 de la Norma E.030, **Restricciones a la irregularidad, categoría de la edificación e irregularidad**, de acuerdo su categoría y la zona donde se ubique, la edificación se proyecta respetando las restricciones a la irregularidad conforme indica la norma E.030.

Categoría de la edificación: C

Zona: 4

Me indica que **no se permite irregularidades extremas:**

Conforme a la tabla 8: (Irregularidades estructurales en altura) se debe revisar lo siguiente:

- a. Irregularidad extrema de rigidez (Tabla 8 E.030).
- b. Irregularidad extrema de resistencia (Tabla 8 E.030).
- c. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes.

Conforme a la tabla 9: (Irregularidades estructurales en planta) se debe revisar lo siguiente:

- d. Irregularidad torsional extrema.

2.10.10. Fuerzas internas por sismo moderado

La nomenclatura que se emplea en este acápite, similar a la de la Norma E.070, es:

- V_e = fuerza cortante (ton) producida por el sismo moderado
- M_e = momento flector (ton-m) producido por el sismo moderado

Los valores V_e , M_e obtenido del análisis elástico, en sus valores máximos para cada piso.

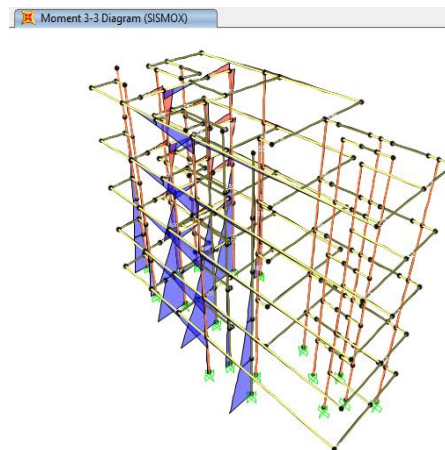


Figura 16. Diagramas de momento flector para sismo en X-X

Fuente: Elaboración Propia

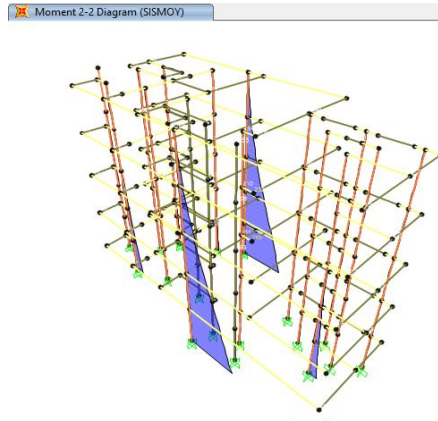


Figura 17. Diagramas de momento flector para sismo en Y-Y

Fuente: Elaboración Propia

2.10.11. Resistencia al corte global, fuerzas internas ante sismo severo

La nomenclatura que se emplea es similar a la que aparece en la Norma E.070:

- L = longitud total del muro (m)
- P_g = carga axial de gravedad = $PD + 0.25PL$ (ver tabla de cargas de gravedad acumuladas)
- V_e, M_e = fuerza cortante y momento flector por sismo moderado (ver tabla de fuerzas internas $V_e(\text{ton})$ y $M_e(\text{ton})$)
- $1/3 \lambda a = V_e L / M_e \leq 1.0$ factor de reducción de la resistencia al corte por esbeltez
- $V_m = 0.5 v' m a t L + 0.23 P_g$ = resistencia a fuerza cortante
- $t = 0.125$ m = espesor efectivo de los muros
- $v' m$ = resistencia a corte puro de los muretes de albañilería
- $V_u = V_e (V_m / V_{e1})$ = fuerza cortante última ante sismo severo
- $M_u = M_e (V_m / V_{e1})$ = momento flector último ante sismo severo
- V_E = cortante de entrepiso ante sismo severo (ver tabla fuerzas de inercia ante sismo moderado)

Cabe resaltar que el factor de carga “ V_{m1}/V_{e1} ” se calcula sólo para el primer piso de cada muro.

Ningún muro debe agrietarse ante el sismo moderado: $V_e \leq 0.55V_m$. De no cumplirse esta Expresión, donde puede aceptarse hasta 5% de error, deberá cambiarse la calidad de la Albañilería, el espesor del muro, o convertirlo en placa de concreto armado; en los dos últimos casos, deberá reanalizarse el edificio.

En cualquier piso, la resistencia global a fuerza cortante (ΣV_m) deberá ser mayor o igual a la fuerza cortante producida por el sismo severo (V_E). De no cumplirse esta expresión, deberá cambiarse en algunos muros la calidad de la albañilería, su espesor, o convertirlos en placas de concreto armado, reanalizando al edificio en los 2 últimos casos. Cuando se tenga exceso de resistencia ($\Sigma V_m > V_E$), se podrá dejar de confinar algunos muros internos.

Cuando $\Sigma V_m > 3 V_E = R V_E$, culmina el diseño y se coloca refuerzo mínimo. Esta expresión indica que todos los muros del edificio se comportarán elásticamente ante el sismo severo.

Todo muro de un piso superior que tenga $V_u \geq V_m$, se agrietará por corte, y se diseñará como un muro del primer piso. En esta expresión puede admitirse hasta 5% de error.

2.11. Procedimiento

Para obtener los esfuerzos axiales a compresión en los muros tenemos que tener en cuenta las indicaciones de la norma E0.70 (ecuación densidad de muros y esfuerzo axial máximo) para la densidad de muros, áreas tributarias, metrado de cargas y cargas de gravedad acumulada para la edificación cuando tiene 3, 4 y 5 pisos de altura.

Tabla 2.

Densidad mínima de muros en dirección "X", cuando la edificación tiene 5 pisos.

Nº	Muros en X	L(m)	t(m)	Área de corte Lt(m ²)
1	X1	1.865	0.770	1.436
2	X2	1.200	0.770	0.924
3	X3	2.690	0.770	2.071
4	X4	3.090	0.230	0.711
5	X5	2.778	0.230	0.639
6	X6	2.665	0.125	0.333
$\Sigma(Lt) / A_p \geq ZUSN / 56$		$\Sigma(Lt) / A_p = 0.0434$	$ZUSN / 56 = 0.0422$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.

Densidad mínima de muros en dirección "Y", cuando la edificación tiene 5 pisos.

Nº	Muros en Y	L(m)	t(m)	Área de corte Lt(m ²)
1	Y1	15.996	0.125	2.000
2	Y2	4.864	0.125	0.608
3	Y3	1.450	0.125	0.181
4	Y4	4.800	0.125	0.600
5	Y5	1.500	0.125	0.188
6	Y6	1.750	0.125	0.219
7	Y7	3.876	0.125	0.485
8	Y8	1.200	0.125	0.150
9	Y9	1.200	0.125	0.150
10	Y10	1.375	0.125	0.172
11	Y11	2.839	0.125	0.355
12	Y12	11.390	0.125	1.424
$\Sigma(Lt) / A_p \geq ZUSN / 56$		$\Sigma(Lt) / A_p = 0.0464$	$ZUSN / 56 = 0.0422$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Densidad mínima de muros en dirección "X", cuando la edificación tiene 4 pisos.

Nº	Muros en X	L(m)	t(m)	Área de corte Lt(m ²)
1	X1	1.865	0.770	1.436
2	X2	1.200	0.770	0.924
3	X3	2.690	0.770	2.071
4	X4	3.090	0.230	0.711
5	X5	2.778	0.230	0.639
6	X6	2.665	0.125	0.333
$\Sigma(Lt) / A_p \geq ZUSN / 56$		$\Sigma(Lt) / A_p = 0.0434$	$ZUSN / 56 = 0.0338$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Densidad mínima de muros en dirección "Y", cuando la edificación tiene 4 pisos.

Nº	Muros en Y	L(m)	t(m)	Área de corte Lt(m ²)
1	Y1	15.996	0.125	2.000
2	Y2	4.864	0.125	0.608
3	Y3	1.450	0.125	0.181
4	Y4	4.800	0.125	0.600
5	Y5	1.500	0.125	0.188
6	Y6	1.750	0.125	0.219
7	Y7	3.876	0.125	0.485
8	Y8	1.200	0.125	0.150
9	Y9	1.200	0.125	0.150
10	Y10	1.375	0.125	0.172
11	Y11	2.839	0.125	0.355
12	Y12	11.390	0.125	1.424
$\Sigma(Lt) / A_p \geq ZUSN / 56$		$\Sigma(Lt) / A_p = 0.0464$	$ZUSN / 56 = 0.0338$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Densidad mínima de muros en dirección "X", cuando la edificación tiene 3 pisos.

Nº	Muros en X	L(m)	t(m)	Área de corte Lt(m ²)
1	X1	1.865	0.770	1.436
2	X2	1.200	0.770	0.924
3	X3	2.690	0.770	2.071
4	X4	3.090	0.230	0.711
5	X5	2.778	0.230	0.639
6	X6	2.665	0.125	0.333
$\Sigma(Lt) / A_p \geq ZUSN / 56$		$\Sigma(Lt) / A_p = 0.0434$	$ZUSN / 56 = 0.0253$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Densidad mínima de muros en dirección "Y", cuando la edificación tiene 3 pisos.

Nº	Muros en Y	L(m)	t(m)	Área de corte Lt(m ²)
1	Y1	15.996	0.125	2.000
2	Y2	4.864	0.125	0.608
3	Y3	1.450	0.125	0.181
4	Y4	4.800	0.125	0.600
5	Y5	1.500	0.125	0.188
6	Y6	1.750	0.125	0.219
7	Y7	3.876	0.125	0.485
8	Y8	1.200	0.125	0.150
9	Y9	1.200	0.125	0.150
10	Y10	1.375	0.125	0.172
11	Y11	2.839	0.125	0.355
12	Y12	11.390	0.125	1.424
$\Sigma(Lt) / A_p \geq ZUSN / 56$		$\Sigma(Lt) / A_p = 0.0464$	$ZUSN / 56 = 0.0253$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.

Áreas tributarias en "X", cuando la estructura tiene 5 pisos.

Muro	Longitud (m)	A. piso típico (m ²)	A. azotea (m ²)
X1	1.865	2.52	2.52
X2	1.2	4.35	4.35
X3	2.69	13.85	13.85
X4	3.09	6.27	6.27
X5	2.778	2.31	2.31
X6	2.665	1.43	1.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.

Áreas tributarias en "Y", cuando la estructura tiene 5 pisos.

Muro	Longitud (m)	A. piso típico (m ²)	A. azotea (m ²)
Y1	15.996	10.05	10.05
Y2	4.864	5.52	5.52
Y3	1.45	3.59	3.59
Y4	4.8	6.75	6.75
Y5	1.5	1.83	1.83
Y6	1.75	1.87	1.87
Y7	3.876	4.27	4.27
Y8	1.2	0.75	0.75
Y9	1.2	1.10	1.10
Y10	1.375	6.83	6.83
Y11	2.839	5.21	5.21
Y12	11.39	12.75	12.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Áreas tributarias en “X”, cuando la estructura tiene 4 pisos.

Muro	Longitud (m)	A. piso típico (m ²)	A. azotea (m ²)
X1	1.865	2.52	2.52
X2	1.2	4.35	4.35
X3	2.69	13.85	13.85
X4	3.09	6.27	6.27
X5	2.778	2.31	2.31
X6	2.665	1.43	1.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Áreas tributarias en “Y”, cuando la estructura tiene 4 pisos.

Muro	Longitud (m)	A. piso típico (m ²)	A. azotea (m ²)
Y1	15.996	10.05	10.05
Y2	4.864	5.52	5.52
Y3	1.45	3.59	3.59
Y4	4.8	6.75	6.75
Y5	1.5	1.83	1.83
Y6	1.75	1.87	1.87
Y7	3.876	4.27	4.27
Y8	1.2	0.75	0.75
Y9	1.2	1.10	1.10
Y10	1.375	6.83	6.83
Y11	2.839	5.21	5.21
Y12	11.39	12.75	12.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12

Áreas tributarias en “X”, cuando la estructura tiene 3 pisos.

Muro	Longitud (m)	A. piso típico (m ²)	A. azotea (m ²)
X1	1.865	2.52	2.52
X2	1.2	4.35	4.35
X3	2.69	13.85	13.85
X4	3.09	6.27	6.27
X5	2.778	2.31	2.31
X6	2.665	1.43	1.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Áreas tributarias en “Y”, cuando la estructura tiene 3 pisos.

Muro	Longitud (m)	A. piso típico (m ²)	A. azotea (m ²)
Y1	15.996	10.05	10.05
Y2	4.864	5.52	5.52
Y3	1.45	3.59	3.59
Y4	4.8	6.75	6.75
Y5	1.5	1.83	1.83
Y6	1.75	1.87	1.87
Y7	3.876	4.27	4.27
Y8	1.2	0.75	0.75
Y9	1.2	1.10	1.10
Y10	1.375	6.83	6.83
Y11	2.839	5.21	5.21
Y12	11.39	12.75	12.75

Fuente: Elaboración propia

		CARGA DIRECTA									CARGA INDIRECTA	
		CARGA MUERTA										
Muro	Peso propio zona muros SOGA			zona ventanas h=1m			zona puertas			total carga directa (ton)	total carga indirecta (al 25% CV)	Pi (al 25% CV)
	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	∑ (ton)	CM+25%CV	
X1	1.865	0.88	1.64	1.05	0.39	0.412	0.35	0.14	0.05	2.83	1.13	3.97
X2	1.2	0.88	1.06	1.34	0.39	0.526	0.36	0.14	0.05	1.63	1.96	3.59
X3	2.69	0.88	2.37	5	0.39	1.963		0.14	0.00	4.33	6.23	10.56
X4			0.00	2.19	0.39	0.860	0.38	0.14	0.05	4.62	2.82	7.44
X5			0.00	0.5	0.39	0.196	0.38	0.14	0.05	3.58	1.04	4.62
X6	2.665	0.70	1.85	0.7	0.39	0.275	0	0.14	0.00	2.13	0.64	2.77

Figura 18. Cargas en el nivel de piso típico en “X” cuando la edificación tiene 5 pisos.

Fuente: Elaboración propia

		CARGA DIRECTA									CARGA INDIRECTA	
		CARGA MUERTA										
Muro	Peso propio zona muros SOGA			zona ventanas h=1m			zona puertas			total carga directa (ton)	total carga indirecta (al 25% CV)	Pi (al 25% CV)
	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	∑ (ton)	CM+25%CV	
Y1	16	0.70	11.13	3.09	0.39	1.213	0	0.14	0.00	12.51	4.52	17.03
Y2	4.864	0.70	3.39	0.64	0.39	0.251	0	0.14	0.00	3.64	2.48	6.12
Y3	1.45	0.70	1.01	1.52	0.39	0.597	0.36	0.14	0.05	1.66	1.62	3.27
Y4	4.8	0.70	3.34	1.84	0.39	0.722	0.35	0.14	0.05	4.11	3.04	7.15
Y5	1.5	0.70	1.04	1.35	0.39	0.530	0.9	0.14	0.13	1.70	0.82	2.52
Y6	1.75	0.70	1.22	0.84	0.39	0.330	0.7	0.14	0.10	2.22	0.84	3.06
Y7	3.876	0.70	2.70	1.12	0.39	0.440	0.43	0.14	0.06	3.20	1.92	5.12
Y8	1.2	0.70	0.84	1.01	0.39	0.397	0	0.14	0.00	1.23	0.34	1.57
Y9	1.2	0.70	0.84	1.27	0.39	0.499	0	0.14	0.00	1.33	0.50	1.83
Y10	1.375	0.70	0.96	3.5	0.39	1.374	0.45	0.14	0.06	2.39	3.07	5.47
Y11	2.839	0.70	1.98	2.32	0.39	0.911	0.43	0.14	0.06	2.95	2.34	5.29
Y12	11.39	0.70	7.93	4.33	0.39	1.700	0	0.14	0.00	10.75	5.74	16.49

Figura 19. Cargas en el nivel de piso típico en “Y” cuando la edificación tiene 5 pisos.

Fuente: Elaboración propia

		CARGA DIRECTA									CARGA INDIRECTA	
		CARGA MUERTA										
Muro	Peso propio zona muros SOGA			zona ventanas h=1m			zona puertas			total carga directa (ton)	total carga indirecta (al 25% CV)	Pi (al 25% CV)
	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	Σ (ton)	CM+25%CV	
X1	1.865	0.88	1.64	1.05	0.39	0.412	0.35	0.14	0.05	2.83	1.13	3.97
X2	1.2	0.88	1.06	1.34	0.39	0.526	0.36	0.14	0.05	1.63	1.96	3.59
X3	2.69	0.88	2.37	5	0.39	1.963		0.14	0.00	4.33	6.23	10.56
X4			0.00	2.19	0.39	0.860	0.38	0.14	0.05	4.62	2.82	7.44
X5			0.00	0.5	0.39	0.196	0.38	0.14	0.05	3.58	1.04	4.62
X6	2.665	0.70	1.85	0.7	0.39	0.275	0	0.14	0.00	2.13	0.64	2.77

Figura 20: Cargas en el nivel de piso típico en “X” cuando la edificación tiene 4 pisos.

Fuente: Elaboración propia

		CARGA DIRECTA									CARGA INDIRECTA	
		CARGA MUERTA										
Muro	Peso propio zona muros SOGA			zona ventanas h=1m			zona puertas			total carga directa (ton)	total carga indirecta (al 25% CV)	Pi (al 25% CV)
	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	Σ (ton)	CM+25%CV	
Y1	16	0.70	11.13	3.09	0.39	1.213	0	0.14	0.00	12.51	4.52	17.03
Y2	4.864	0.70	3.39	0.64	0.39	0.251	0	0.14	0.00	3.64	2.48	6.12
Y3	1.45	0.70	1.01	1.52	0.39	0.597	0.36	0.14	0.05	1.66	1.62	3.27
Y4	4.8	0.70	3.34	1.84	0.39	0.722	0.35	0.14	0.05	4.11	3.04	7.15
Y5	1.5	0.70	1.04	1.35	0.39	0.530	0.9	0.14	0.13	1.70	0.82	2.52
Y6	1.75	0.70	1.22	0.84	0.39	0.330	0.7	0.14	0.10	2.22	0.84	3.06
Y7	3.876	0.70	2.70	1.12	0.39	0.440	0.43	0.14	0.06	3.20	1.92	5.12
Y8	1.2	0.70	0.84	1.01	0.39	0.397	0	0.14	0.00	1.23	0.34	1.57
Y9	1.2	0.70	0.84	1.27	0.39	0.499	0	0.14	0.00	1.33	0.50	1.83
Y10	1.375	0.70	0.96	3.5	0.39	1.374	0.45	0.14	0.06	2.39	3.07	5.47
Y11	2.839	0.70	1.98	2.32	0.39	0.911	0.43	0.14	0.06	2.95	2.34	5.29
Y12	11.39	0.70	7.93	4.33	0.39	1.700	0	0.14	0.00	10.75	5.74	16.49

Figura 21. Cargas en el nivel de piso típico en “Y” cuando la edificación tiene 4 pisos.

Fuente: Elaboración propia

		CARGA DIRECTA									CARGA INDIRECTA		
		CARGA MUERTA											
Muro	Peso propio zona muros SOGA			zona ventanas h=1m			zona puertas			total carga directa (ton)	total carga indirecta (al 25% CV)	Pi (al 25% CV)	
	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	∑ (ton)	CM+25%CV		
X1	1.865	0.88	1.64	1.05	0.39	0.412	0.35	0.14	0.05	2.83	1.13	3.97	
X2	1.2	0.88	1.06	1.34	0.39	0.526	0.36	0.14	0.05	1.63	1.96	3.59	
X3	2.69	0.88	2.37	5	0.39	1.963		0.14	0.00	4.33	6.23	10.56	
X4			0.00	2.19	0.39	0.860	0.38	0.14	0.05	4.62	2.82	7.44	
X5			0.00	0.5	0.39	0.196	0.38	0.14	0.05	3.58	1.04	4.62	
X6	2.665	0.70	1.85	0.7	0.39	0.275	0	0.14	0.00	2.13	0.64	2.77	

Figura 22. Cargas en el nivel de piso típico en "X" cuando la edificación tiene 3 pisos.

Fuente: Elaboración propia

		CARGA DIRECTA									CARGA INDIRECTA		
		CARGA MUERTA											
Muro	Peso propio zona muros SOGA			zona ventanas h=1m			zona puertas			total carga directa (ton)	total carga indirecta (al 25% CV)	Pi (al 25% CV)	
	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	∑ (ton)	CM+25%CV		
Y1	16	0.70	11.13	3.09	0.39	1.213	0	0.14	0.00	12.51	4.52	17.03	
Y2	4.864	0.70	3.39	0.64	0.39	0.251	0	0.14	0.00	3.64	2.48	6.12	
Y3	1.45	0.70	1.01	1.52	0.39	0.597	0.36	0.14	0.05	1.66	1.62	3.27	
Y4	4.8	0.70	3.34	1.84	0.39	0.722	0.35	0.14	0.05	4.11	3.04	7.15	
Y5	1.5	0.70	1.04	1.35	0.39	0.530	0.9	0.14	0.13	1.70	0.82	2.52	
Y6	1.75	0.70	1.22	0.84	0.39	0.330	0.7	0.14	0.10	2.22	0.84	3.06	
Y7	3.876	0.70	2.70	1.12	0.39	0.440	0.43	0.14	0.06	3.20	1.92	5.12	
Y8	1.2	0.70	0.84	1.01	0.39	0.397	0	0.14	0.00	1.23	0.34	1.57	
Y9	1.2	0.70	0.84	1.27	0.39	0.499	0	0.14	0.00	1.33	0.50	1.83	
Y10	1.375	0.70	0.96	3.5	0.39	1.374	0.45	0.14	0.06	2.39	3.07	5.47	
Y11	2.839	0.70	1.98	2.32	0.39	0.911	0.43	0.14	0.06	2.95	2.34	5.29	
Y12	11.39	0.70	7.93	4.33	0.39	1.700	0	0.14	0.00	10.75	5.74	16.49	

Figura 23. Cargas en el nivel de piso típico en "Y" cuando la edificación tiene 3 pisos.

Fuente: Elaboración propia

				Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 25\%PL$											
				Cargas por nivel						Cargas por nivel					
Muro	h(m)	L(m)	t(m)	Azotea	Piso típico	Piso 5	Piso 4	Piso 3	Piso 2	Piso 1	Esfuerzo axial σ_1 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_2 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_3 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_4 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_5 (ton/m ²) con 25% de CV
X1	2.45	1.865	0.77	2.83	3.97	2.83	6.79	10.76	14.72	18.69	13.02	10.25	7.49	4.73	1.97
X2	2.45	1.2	0.77	2.66	3.59	2.66	6.25	9.84	13.43	17.02	18.42	14.53	10.65	6.76	2.88
X3	2.45	2.69	0.77	7.83	10.56	7.83	18.40	28.96	39.52	50.08	24.18	19.08	13.98	8.88	3.78
X4	2.45	3.09	0.23	5.09	7.44	5.09	12.53	19.97	27.41	34.84	49.03	38.56	28.10	17.63	7.16
X5	2.45	2.778	0.23	3.00	4.62	3.00	7.62	12.24	16.86	21.47	33.61	26.38	19.15	11.92	4.69
X6	2.45	2.665	0.125	1.80	2.77	1.80	4.58	7.35	10.12	12.90	38.71	30.39	22.06	13.74	5.41
Y1	2.45	16	0.125	11.39	17.03	11.39	28.42	45.45	62.47	79.50	39.76	31.24	22.73	14.21	5.70
Y2	2.45	4.864	0.125	4.45	6.12	4.45	10.57	16.70	22.82	28.94	47.59	37.53	27.46	17.39	7.33
Y3	2.45	1.45	0.125	2.35	3.27	2.35	5.62	8.89	12.16	15.44	85.17	67.12	49.06	31.01	12.96
Y4	2.45	4.8	0.125	5.13	7.15	5.13	12.28	19.43	26.58	33.73	56.21	44.30	32.38	20.46	8.55
Y5	2.45	1.5	0.125	1.67	2.52	1.67	4.19	6.71	9.24	11.76	62.71	49.25	35.80	22.34	8.88
Y6	2.45	1.75	0.125	1.70	3.06	1.70	4.76	7.82	10.88	13.94	63.72	49.74	35.76	21.78	7.79
Y7	2.45	3.876	0.125	3.61	5.12	3.61	8.73	13.85	18.97	24.09	49.72	39.16	28.59	18.03	7.46
Y8	2.45	1.2	0.125	0.94	1.57	0.94	2.51	4.08	5.64	7.21	48.09	37.63	27.17	16.71	6.25
Y9	2.45	1.2	0.125	1.12	1.83	1.12	2.94	4.77	6.60	8.43	56.21	44.02	31.82	19.63	7.44
Y10	2.45	1.375	0.125	3.93	5.47	3.93	9.40	14.87	20.34	25.80	150.13	118.32	86.51	54.70	22.88
Y11	2.45	2.839	0.125	4.84	5.29	4.84	10.13	15.42	20.71	26.01	73.28	58.37	43.46	28.55	13.64
Y12	2.45	11.39	0.125	10.68	16.49	10.68	27.17	43.65	60.14	76.62	53.82	42.24	30.66	19.08	7.50

Figura 24. Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 0.25PL$, cuando la edificación tiene 5 pisos.

Fuente: Elaboración propia

Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 25\%PL$													
				Cargas por nivel		Cargas acumuladas, esfuerzo axial							
Muro	H (m)	L (m)	t(m)	Azotea	Piso típico	Piso 4	Piso 3	Piso 2	Piso 1	Esfuerzo axial σ_{m1} (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_{m2} (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_{m3} (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_{m4} (ton/m ²) con 25% de CV
X1	2.45	1.865	0.77	2.83	3.97	2.83	6.79	10.76	14.72	10.25	7.49	4.73	1.97
X2	2.45	1.2	0.77	2.66	3.59	2.66	6.25	9.84	13.43	14.53	10.65	6.76	2.88
X3	2.45	2.69	0.77	7.83	10.56	7.83	18.40	28.96	39.52	19.08	13.98	8.88	3.78
X4	2.45	3.09	0.23	4.25	7.44	4.25	11.69	19.13	26.57	37.38	26.92	16.45	5.98
X5	2.45	2.778	0.23	4.38	4.62	4.38	8.99	13.61	18.23	28.53	21.31	14.08	6.85
X6	2.45	2.665	0.125	3.72	2.77	3.72	6.49	9.26	12.04	36.14	27.81	19.49	11.16
Y1	2.45	16	0.125	11.39	17.03	11.39	28.42	45.45	62.47	31.24	22.73	14.21	5.70
Y2	2.45	4.864	0.125	4.45	6.12	4.45	10.57	16.70	22.82	37.53	27.46	17.39	7.33
Y3	2.45	1.45	0.125	2.35	3.27	2.35	5.62	8.89	12.16	67.12	49.06	31.01	12.96
Y4	2.45	4.8	0.125	5.13	7.15	5.13	12.28	19.43	26.58	44.30	32.38	20.46	8.55
Y5	2.45	1.5	0.125	1.67	2.52	1.67	4.19	6.71	9.24	49.25	35.80	22.34	8.88
Y6	2.45	1.75	0.125	1.70	3.06	1.70	4.76	7.82	10.88	49.74	35.76	21.78	7.79
Y7	2.45	3.876	0.125	3.61	5.12	3.61	8.73	13.85	18.97	39.16	28.59	18.03	7.46
Y8	2.45	1.2	0.125	0.94	1.57	0.94	2.51	4.08	5.64	37.63	27.17	16.71	6.25
Y9	2.45	1.2	0.125	1.12	1.83	1.12	2.94	4.77	6.60	44.02	31.82	19.63	7.44
Y10	2.45	1.375	0.125	3.93	5.47	3.93	9.40	14.87	20.34	118.32	86.51	54.70	22.88
Y11	2.45	2.839	0.125	4.84	5.29	4.84	10.13	15.42	20.71	58.37	43.46	28.55	13.64
Y12	2.45	11.39	0.125	10.68	16.49	10.68	27.17	43.65	60.14	42.24	30.66	19.08	7.50

Figura 25. Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 0.25PL$, cuando la edificación tiene 4 pisos.

Fuente: Elaboración propia

				Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 25\%PL$							
				Cargas por nivel		Cargas acumuladas, esfuerzo axial					
Muro	h(m)	L(m)	t(m)	Azotea	Piso típico	Piso 3	Piso 2	Piso 1	Esfuerzo axial σ_1 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_2 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_3 (ton/m ²) con 25% de CV
X1	2.45	1.865	0.77	2.66	3.97	2.66	6.62	10.59	7.37	4.61	1.85
X2	2.45	1.2	0.77	2.55	3.59	2.55	6.14	9.73	10.53	6.64	2.76
X3	2.45	2.69	0.77	7.59	10.56	7.59	18.15	28.71	13.86	8.76	3.66
X4	2.45	3.09	0.23	4.25	7.44	4.25	11.69	19.13	26.92	16.45	5.98
X5	2.45	2.778	0.23	4.38	4.62	4.38	8.99	13.61	21.31	14.08	6.85
X6	2.45	2.665	0.125	3.72	2.77	3.72	6.49	9.26	27.81	19.49	11.16
Y1	2.45	16	0.13	11.39	17.03	11.39	28.42	45.45	22.73	14.21	5.70
Y2	2.45	4.86	0.13	4.45	6.12	4.45	10.57	16.70	27.46	17.39	7.33
Y3	2.45	1.45	0.13	2.35	3.27	2.35	5.62	8.89	49.06	31.01	12.96
Y4	2.45	4.8	0.13	5.13	7.15	5.13	12.28	19.43	32.38	20.46	8.55
Y5	2.45	1.5	0.13	1.67	2.52	1.67	4.19	6.71	35.80	22.34	8.88
Y6	2.45	1.75	0.13	1.70	3.06	1.70	4.76	7.82	35.76	21.78	7.79
Y7	2.45	3.88	0.13	3.61	5.12	3.61	8.73	13.85	28.59	18.03	7.46
Y8	2.45	1.2	0.13	0.94	1.57	0.94	2.51	4.08	27.17	16.71	6.25
Y9	2.45	1.2	0.13	1.12	1.83	1.12	2.94	4.77	31.82	19.63	7.44
Y10	2.45	1.38	0.13	3.93	5.47	3.93	9.40	14.87	86.51	54.70	22.88
Y11	2.45	2.84	0.13	4.84	5.29	4.84	10.13	15.42	43.46	28.55	13.64
Y12	2.45	11.4	0.13	10.68	16.49	10.68	27.17	43.65	30.66	19.08	7.50

Figura 26: Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 0.25PL$, cuando la edificación tiene 3 pisos.

Continuando con el desarrollo, la falla por corte en el primer se determina primero realizando una buena estructuración y predimensionamiento (revisión de la densidad mínima de muros en X e Y), segundo, analizar la estructura por carga vertical para saber que el muro no se agrietara diagonalmente, tercero, mediante el método del portico plano y con la ayuda del software SAP 2000 realizar el análisis elástico(desplazamiento – derivas, fuerza cortante y momento flector) por sismo moderado y finalmente determinar la resistencia a corte (vm) y control de fisuración para cada muro en el primer piso, debe determinarse su resistencia a corte global “Vm”, teniendo en cuenta todas las ecuaciones y recomendaciones de la norma de albañilería E0.70 y E0.30, cabe resaltar que se tendrá en cuenta “VE” para cada edificación $\frac{Z U S C}{R} P$

Nivel	"hi" acumulada(m)	"wi" (peso por piso)	hi x wi	Fi sismo moderado R=6		sismo severo R=3
				Fi sismo moderado (ton)(para cada entrepiso)	Vi (ton) acumulada	VEi = 2Vi (acumulada)
5	13	75.02	975.27	25.73	25.73	51.46
4	10.4	107.86	1121.79	29.59	55.32	110.64
3	7.8	107.86	841.34	22.20	77.52	155.03
2	5.2	107.86	560.89	14.80	92.31	184.63
1	2.6	107.86	280.45	7.40	99.71	199.43
	Σ	506.48	3779.73	99.71		

Figura 27. Fuerzas de inercia ante sismo moderado “Fi”, cuando la estructura tiene 5 pisos.

Fuente: Elaboración propia

Nivel	"hi" acumulada	"wi" (peso por piso)	hi x wi	Fi sismo moderado R=6		sismo severo R=3
				Fi sismo moderado (ton)(para cada entrepiso)	Vi (ton) acumulada	VEi = 2Vi (acumulada)
4	10.4	77.47	805.74	25.57	25.57	51.13
3	7.8	107.86	841.34	26.70	52.26	104.53
2	5.2	107.86	560.89	17.80	70.06	140.12
1	2.6	107.86	280.45	8.90	78.96	157.92
	Σ	401.07	2488.42	78.96		

Figura 28: Fuerzas de inercia ante sismo moderado “Fi”, cuando la estructura tiene 4 pisos.

Fuente: Elaboración propia

Nivel	"hi" acumulada	"wi" (peso por piso)	hi x wi	Fi sismo moderado R=6		sismo severo R=3
				Fi sismo moderado (ton)(para cada entrepiso)	Vi (ton) acumulada	VEi = 2Vi (acumulada)
3	7.8	76.95	600.18	23.99	23.99	47.98
2	5.2	107.86	560.89	22.42	46.41	92.82
1	2.6	107.86	280.45	11.21	57.62	115.24
	Σ	292.67	1441.52	57.62		

Figura 29: Fuerzas de inercia ante sismo moderado "Fi", cuando la estructura tiene 3 pisos.

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos laterales sismo X			
Nivel	Centro de masas		DI =KxRxd/h
	D (m)	d(m)	
5	0.0155	0.0034	0.0067
4	0.0121	0.0037	0.0073
3	0.0084	0.0037	0.0073
2	0.0047	0.0031	0.0061
1	0.0016	0.0016	0.0031
Desplazamientos laterales sismo Y			
Nivel	Centro de masas		DI =KxRxd/h
	D (m)	d(m)	
5	0.004	0.0007	0.0014
4	0.0033	0.0009	0.0018
3	0.0024	0.0009	0.0018
2	0.0015	0.0009	0.0018
1	0.0006	0.0006	0.0012

Figura 30: Desplazamientos laterales cuando la estructura tiene 5 pisos, se puede observar en "X" que las distorsiones inelásticas máximas (DI) superan el permitido por la Norma y en "Y" son menores por la Norma E.0.30 para edificaciones de albañilería (0.005).

Fuente: Elaboración Propia

Desplazamientos laterales sismo X			
Nivel	Centro de masas		DI =KxRxd/h
	D (m)	d(m)	
4	0.0091	0.0028	0.0048
3	0.0063	0.0028	0.0048
2	0.0035	0.0023	0.0040
1	0.0012	0.0012	0.0021
Desplazamientos laterales sismo Y			
Nivel	Centro de masas		DI =KxRxd/h
	D (m)	d(m)	
4	0.0024	0.0006	0.0010
3	0.0018	0.0007	0.0012
2	0.0011	0.0007	0.0012
1	0.0004	0.0004	0.0007

Figura 31: Desplazamientos laterales cuando la estructura tiene 4 pisos, se puede observar en ambos casos que las distorsiones inelásticas máximas (DI) son menores que las permitidas por la Norma E.0.30 para edificaciones de albañilería (0.005).

Fuente: Elaboración Propia

Desplazamientos laterales sismo X			
Nivel	Centro de masas		DI =KxRxd/h
	D (m)	d(m)	
3	0.0025	0.001	0.0017
2	0.0015	0.0009	0.0016
1	0.0006	0.0006	0.0010
Desplazamientos laterales sismo Y			
Nivel	Centro de masas		DI =KxRxd/h
	D (m)	d(m)	
3	0.0008	0.0003	0.0005
2	0.0005	0.0003	0.0005
1	0.0002	0.0002	0.0003

Figura 32: Desplazamientos laterales cuando la estructura tiene 3 pisos, se puede observar en ambos casos que las distorsiones inelásticas máximas (DI) son menores que las permitidas por la Norma E.0.30 para edificaciones de albañilería (0.005).

Fuente: Elaboración Propia

Fuerzas internas Ve (ton) y Me (ton-m) ante sismo moderado "X" e "Y"										
Muro	Piso 1		Piso 2		Piso 3		Piso 4		Piso 5	
	Ve	Me	Ve	Me	Ve	Me	Ve	Me	Ve	Me
X1	13.31	71.89	8.84	37.27	5.47	14.28	2.69	0.06	-2.67	-6.93
X2	3.54	15.06	1.36	5.90	0.99	2.42	0.59	-0.10	-0.60	-1.59
X3	23.94	127.68	19.41	72.83	14.29	32.80	8.88	6.51	0.77	-6.58
X4	17.81	99.59	23.26	74.60	22.03	45.89	17.94	22.73	13.43	7.83
X5	15.02	90.14	18.16	64.15	16.26	36.60	12.34	15.53	7.87	3.20
X6	6.69	47.97	6.16	30.59	4.40	14.57	2.07	3.13	-0.87	-2.26
Y1	30.90	312.02	35.20	236.89	31.64	153.98	24.37	82.02	15.12	29.50
Y2	8.70	61.85	7.38	38.99	5.02	19.37	2.42	5.81	-0.60	-1.03
Y3	1.17	4.07	0.31	1.02	0.16	0.22	0.09	-0.21	-0.17	-0.45
Y4	7.51	45.23	5.56	25.57	3.45	10.91	1.43	1.66	-1.05	-2.40
Y5	1.67	4.55	1.07	2.25	0.75	1.22	0.42	0.41	-0.07	-0.24
Y6	2.07	6.13	1.34	3.04	0.92	1.54	0.50	0.46	-0.11	-0.35
Y7	0.93	2.93	0.25	0.78	0.13	0.22	0.05	-0.13	-0.20	-0.36
Y8	1.10	3.10	0.61	1.22	0.55	0.77	0.46	0.43	0.32	0.15
Y9	1.61	4.23	1.14	2.06	1.07	1.48	0.93	0.99	0.78	0.55
Y10	1.46	4.23	0.82	1.68	0.75	1.04	0.64	0.58	0.47	0.21
Y11	3.74	17.82	2.01	7.93	1.09	2.61	0.41	-0.35	-0.70	-1.57
Y12	28.81	313.59	34.20	240.86	30.30	155.72	22.49	81.70	12.92	28.51

Figura 33: Fuerzas Internas Ve (ton) y Me (ton) ante sismo moderado en X-X e Y-Y, cuando la estructura tiene 5 pisos.

Fuente: Elaboración Propia

Fuerzas internas Ve (ton) y Me (ton-m) ante sismo moderado "X" e "Y"									
Muro	Piso 1		Piso 2		Piso 3		Piso 4		
	Ve	Me	Ve	Me	Ve	Me	Ve	Me	
X1	13.34	72.11	8.81	37.42	5.45	14.52	2.68	0.34	
X2	3.52	15.03	1.35	5.91	0.98	2.46	0.60	-0.05	
X3	23.66	126.73	19.23	72.57	14.21	32.97	9.06	6.87	
X4	17.50	98.34	22.95	73.88	21.82	45.62	17.93	22.64	
X5	14.75	89.00	17.92	63.55	16.12	36.42	12.39	15.53	
X6	6.45	46.76	5.95	29.98	4.14	14.52	1.45	3.77	
Y1	24.04	199.08	26.16	140.04	21.23	77.52	13.29	28.70	
Y2	6.88	42.88	5.64	24.85	3.22	9.92	0.37	1.25	
Y3	0.37	1.25	0.26	0.61	0.11	-0.06	-0.14	-0.36	
Y4	5.96	31.91	4.30	16.34	2.15	5.06	-0.29	-0.64	
Y5	1.32	3.38	0.82	1.52	0.49	0.62	0.04	-0.06	
Y6	0.04	0.06	1.03	2.03	0.60	0.75	0.03	-0.12	
Y7	0.74	2.20	0.21	0.48	0.09	0.01	-0.14	-0.27	
Y8	0.86	2.31	0.45	0.78	0.36	0.37	0.21	0.07	
Y9	1.26	3.15	0.84	1.35	0.70	0.79	0.53	0.35	
Y10	1.15	3.15	0.61	1.07	0.49	0.49	0.30	0.10	
Y11	2.99	12.88	1.60	5.00	0.68	0.79	-0.41	-1.00	
Y12	22.43	201.04	25.50	144.06	20.45	80.00	12.41	29.57	

Figura 34: Fuerzas Internas Ve (ton) y Me (ton) ante sismo moderado en X-X e Y-Y, cuando la estructura tiene 4 pisos.

Fuente: Elaboración Propia

Fuerzas internas V_e (ton) y M_e (ton-m) ante sismo moderado "X" e "Y"						
Muro	Piso 1		Piso 2		Piso 3	
	V_e	M_e	V_e	M_e	V_e	M_e
X1	8.11	34.35	4.88	13.27	0.22	0.58
X2	2.15	7.49	0.81	1.91	-0.06	-0.17
X3	14.58	60.85	10.22	26.40	3.14	4.20
X4	9.59	42.48	11.13	26.92	8.64	10.66
X5	8.20	38.85	8.81	23.26	6.08	8.23
X6	3.82	21.01	3.11	11.08	1.15	2.98
Y1	17.30	110.35	17.09	67.28	10.94	25.71
Y2	5.10	27.09	5.10	27.09	1.34	3.59
Y3	0.73	2.18	0.73	2.18	-0.10	-0.26
Y4	4.45	20.81	2.95	9.20	0.59	1.52
Y5	1.01	2.39	0.59	0.90	0.16	0.12
Y6	1.25	3.17	0.73	1.19	0.18	0.13
Y7	0.58	1.58	0.17	0.24	-0.08	-0.17
Y8	0.66	1.66	0.32	0.42	0.14	0.04
Y9	0.95	2.24	0.58	0.77	0.35	0.22
Y10	0.88	2.25	0.43	0.57	0.19	0.04
Y11	2.28	8.72	1.14	2.72	-0.07	-0.21
Y12	16.07	110.93	16.74	69.83	10.97	27.41

Figura 35: Fuerzas Internas V_e (ton) y M_e (ton) ante sismo moderado en X-X e Y-Y, cuando la estructura tiene 3 pisos.

Fuente: Elaboración Propia

				PISO = 1	DIRECCIÓN X-X										Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	L (m)	T (m)	V' _m (ton/m ²)	P _g (ton)	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	0.55V _m con 5% de error	V _m / V _e	V _u (ton)	V _m (ton) con 5% de error	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E		
X1	1.87	0.77	81	18.69	13.31	71.89	0.35	24.39	14.08	2.00	26.63	25.61	143.78	RESISTE	ΣV _m	VE	
X2	1.20	0.77	81	17.02	3.54	15.06	0.33	16.39	9.46	3.00	10.61	17.21	45.18	RESISTE	143.42	199.43	
X3	2.69	0.77	81	50.08	23.94	127.68	0.50	53.83	31.09	2.25	53.83	56.52	287.10	RESISTE	REESTRUC.		
X4	3.09	0.23	81	34.84	17.81	99.59	0.55	23.92	13.81	2.00	35.62	25.12	199.17	SE AGRIETA ANTE SISMO MOD.			
X5	2.78	0.23	81	21.47	15.02	90.14	0.46	16.92	9.77	2.00	30.04	17.76	180.27	SE AGRIETA ANTE SISMO MOD.			
X6	2.67	0.13	81	12.90	6.69	47.97	0.37	7.98	4.61	2.00	13.37	8.38	95.95	SE AGRIETA ANTE SISMO MOD.			

Figura 36: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 5 pisos.

Fuente: Elaboración Propia

				PISO = 1										DIRECCIÓN X-X		Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	L(m)	t(m)	V _m (ton/m ²)	P _g (ton)	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	0.55V _m con 5% de error	V _m /V _e 1	V _u (ton)	V _m (ton) con 5% de error	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E			
Y1	16.00	0.125	81	33.73	30.90	312.02	1.00	88.74	51.25	2.87	88.74	93.17	896.01	RESISTE	ΣV _m	VE		
Y2	4.86	0.125	81	11.76	8.70	61.85	0.68	19.56	11.29	2.25	19.56	20.53	138.99	RESISTE	206.44	199.43		
Y3	1.45	0.125	81	13.94	1.17	4.07	0.42	6.26	3.62	3.00	3.51	6.58	12.21	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA			
Y4	4.80	0.125	81	24.09	7.51	45.23	0.80	24.90	14.38	3.00	22.52	26.15	135.68	RESISTE				
Y5	1.50	0.125	81	7.21	1.67	4.55	0.55	5.83	3.37	3.00	5.00	6.12	13.65	RESISTE				
Y6	1.75	0.125	81	8.43	2.07	6.13	0.59	7.19	4.15	3.00	6.22	7.55	18.39	RESISTE				
Y7	3.88	0.125	81	25.80	0.93	2.93	1.00	25.56	14.76	3.00	2.78	26.83	8.80	RESISTE				
Y8	1.20	0.125	81	26.01	1.10	4.23	0.33	8.01	4.62	3.00	3.30	8.41	12.69	RESISTE				
Y9	1.20	0.125	81	76.62	1.61	4.23	0.46	20.39	11.78	3.00	4.82	21.41	12.69	RESISTE				
Y10	1.38	0.125	81	0.00	1.46	17.82	0.33	2.32	1.34	2.00	2.92	2.44	35.64	SE AGRIETA ANTE SISMO MOD. REESTRUC.				
Y11	2.84	0.125	81	0.00	3.74	17.82	0.60	8.57	4.95	2.29	8.57	9.00	40.80	RESISTE				
Y12	11.39	0.125	81	0.00	28.81	313.59	1.00	57.66	33.30	2.00	57.66	60.54	627.68	RESISTE				

Figura 37: Control de fisuración en los muros "Y" en el primer piso, cuando la estructura tiene 5 pisos.

Fuente: Elaboración Propia

				PISO = 1										DIRECCIÓN X-X		Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	L(m)	t(m)	V _m (ton/m ²)	P _g (ton)	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	0.55V _m con 5% de error	V _m /V _e 1	V _u (ton)	V _m (ton) con 5% de error	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E			
X1	1.87	0.77	81	14.72	13.34	72.11	0.35	23.45	13.54	2.00	26.68	24.63	144.21	RESISTE	ΣV _m	VE		
X2	1.20	0.77	81	13.43	3.52	15.03	0.33	15.56	8.99	3.00	10.57	16.34	45.10	RESISTE	136.01	453.70		
X3	2.69	0.77	81	39.52	23.66	126.73	0.50	51.22	29.58	2.16	51.22	53.78	274.35	RESISTE	REESTRUCTURAR			
X4	3.09	0.23	81	26.57	17.50	98.34	0.55	21.94	12.67	2.00	34.99	23.03	196.67	SE AGRIETA ANTE SISMO MODERAD-REESTRUCTURAR				
X5	2.78	0.23	81	18.23	14.75	89.00	0.46	16.11	9.30	2.00	29.51	16.91	178.00	SE AGRIETA ANTE SISMO MODERAD-REESTRUCTURAR				
X6	2.67	0.13	81	12.04	6.45	46.76	0.37	7.73	4.46	2.00	12.90	8.12	93.51	SE AGRIETA ANTE SISMO MODERAD-REESTRUCTURAR				

Figura 38: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 4 pisos.

Fuente: Elaboración Propia

				PISO = 1										DIRECCIÓN X-X	Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	L(m)	t(m)	V _m (ton/m ²)	P _g (ton)	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	0.55V _m con 5% de error	V _m /V _e 1	V _u (ton)	V _m (ton) con 5% de error	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E		
Y1	16.00	0.125	81	62.47	24.04	199.08	1.00	95.35	55.06	3.00	72.12	100.12	597.23	RESISTE	ΣV _m	VE	
Y2	4.86	0.125	81	22.82	6.88	42.88	0.78	24.46	14.12	3.00	20.63	25.68	128.63	RESISTE	297.92	453.70	
Y3	1.45	0.125	81	12.16	0.37	1.25	0.43	5.96	3.44	3.00	1.11	6.25	3.74	RESISTE	REESTRUCTURAR		
Y4	4.80	0.125	81	26.58	5.96	31.91	0.90	27.90	16.11	3.00	17.88	29.29	95.73	RESISTE			
Y5	1.50	0.125	81	9.24	1.32	3.38	0.59	6.57	3.79	3.00	3.96	6.90	10.15	RESISTE			
Y6	1.75	0.125	81	10.88	0.04	0.06	1.00	11.36	6.56	3.00	0.13	11.93	0.19	RESISTE			
Y7	3.88	0.125	81	18.97	0.74	2.20	1.00	23.99	13.85	3.00	2.23	25.19	6.59	RESISTE			
Y8	1.20	0.125	81	5.64	0.86	2.31	0.45	4.02	2.32	3.00	2.59	4.22	6.94	RESISTE			
Y9	1.20	0.125	81	6.60	1.26	3.15	0.48	4.43	2.56	3.00	3.77	4.65	9.46	RESISTE			
Y10	1.38	0.125	81	20.34	1.15	3.15	0.50	8.17	4.72	3.00	3.45	8.58	9.46	RESISTE			
Y11	2.84	0.125	81	20.71	2.99	12.88	0.66	14.24	8.22	3.00	8.97	14.95	38.64	RESISTE			
Y12	11.39	0.125	81	60.14	22.43	201.04	1.00	71.49	41.29	3.00	67.30	75.07	603.13	RESISTE			

Figura 39: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso, cuando la estructura tiene 4 pisos.

Fuente: Elaboración Propia

				PISO = 1										DIRECCIÓN X-X	Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	L(m)	t(m)	V _m (ton/m ²)	P _g (ton)	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	0.55V _m con 5% de error	V _m /V _e 1	V _u (ton)	V _m (ton) con 5% de error	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E		
X1	1.87	0.77	81	10.59	8.11	34.35	0.44	28.04	16.19	3.00	24.33	29.44	103.06	RESISTE	ΣV _m	VE	
X2	1.20	0.77	81	9.73	2.15	7.49	0.34	15.14	8.74	3.00	6.45	15.89	22.46	RESISTE	155.31	115.24	
X3	2.69	0.77	81	28.71	14.58	60.85	0.64	60.67	35.04	3.00	43.74	63.70	182.56	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA		
X4	3.09	0.23	81	19.13	9.59	42.48	0.70	24.48	14.14	2.55	24.48	25.71	108.43	RESISTE			
X5	2.78	0.23	81	13.61	8.20	38.85	0.59	18.31	10.58	2.23	18.31	19.23	86.71	RESISTE			
X6	2.67	0.13	81	9.26	3.82	21.01	0.48	8.67	5.01	2.27	8.67	9.10	47.67	RESISTE			

Figura 40: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos.

Fuente: Elaboración Propia

PISO = 1															DIRECCIÓN X-X		Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo
Muro	L(m)	t(m)	V _m (ton/m ²)	P _g (ton)	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	0.55V _m con 5% de error	V _m /V _e	V _u (ton)	V _m (ton) con 5% de error	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E			
Y1	16.00	0.125	81	45.45	17.30	110.35	1.00	91.43	52.80	3.00	51.90	96.00	331.05	RESISTE	ΣV _m	V _E		
Y2	4.86	0.125	81	16.70	5.10	27.09	0.92	26.39	15.24	3.00	15.30	27.71	81.27	RESISTE	286.42	115.24		
Y3	1.45	0.125	81	8.89	0.73	2.18	0.49	5.61	3.24	3.00	2.19	5.89	6.55	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA			
Y4	4.80	0.125	81	19.43	4.45	20.81	1.00	28.77	16.61	3.00	13.36	30.21	62.42	RESISTE				
Y5	1.50	0.125	81	6.71	1.01	2.39	0.63	6.35	3.67	3.00	3.03	6.67	7.17	RESISTE				
Y6	1.75	0.125	81	7.82	1.25	3.17	0.69	7.93	4.58	3.00	3.76	8.33	9.51	RESISTE				
Y7	3.88	0.125	81	13.85	0.58	1.58	1.00	22.81	13.17	3.00	1.75	23.95	4.75	RESISTE				
Y8	1.20	0.125	81	4.08	0.66	1.66	0.48	3.86	2.23	3.00	1.99	4.05	4.97	RESISTE				
Y9	1.20	0.125	81	4.77	0.95	2.24	0.51	4.20	2.43	3.00	2.86	4.41	6.73	RESISTE				
Y10	1.38	0.125	81	14.87	0.88	2.25	0.54	7.17	4.14	3.00	2.64	7.53	6.74	RESISTE				
Y11	2.84	0.125	81	15.42	2.28	8.72	0.74	14.21	8.20	3.00	6.83	14.92	26.16	RESISTE				
Y12	11.39	0.125	81	43.65	16.07	110.93	1.00	67.70	39.10	3.00	48.22	71.09	332.79	RESISTE				

Figura 41: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos.

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente para determinar el desempeño de la edificación sin la inclusión de muros de concreto, obtenemos los esfuerzos axiales a compresión, comprobando cuanto resiste cada muro a las cargas verticales por su peso propio, carga viva, carga muerta y cargas sísmica, tener en cuenta las indicaciones de la norma E0.70 (ecuación densidad de muros y esfuerzo axial máximo) para la densidad de muros, áreas tributarias, metrado de cargas y cargas de gravedad acumulada. También se realiza con éxito la estructuración y predimensionamiento, mediante el método del portico plano y con la ayuda del software SAP 2000 realizar el análisis elástico(desplazamiento – derivas, fuerza cortante y momento flector) por sismo moderado y finalmente determinar la resistencia a corte (v_m) y control de fisuración para cada muro en el primer piso, debe determinarse su resistencia a

corte global “Vm”, teniendo en cuenta todas las ecuaciones y recomendaciones de la norma de albañilería E0.70 y E0.30

Empezamos con la densidad de muros en la dirección “X” e “Y”

$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum Lt}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$
--

Tabla 14

Densidad mínima de muros en dirección “X”

Nº	Muros en X	L(m)	t(m)	Área de corte Lt(m ²)
1	X1	1.865	0.230	0.429
2	X2	1.200	0.125	0.150
3	X3	2.690	0.125	0.336
4	X4	3.090	0.125	0.386
5	X5	2.778	0.230	0.639
6	X6	2.665	0.125	0.333
$\Sigma(Lt) / A_p \geq ZUSN / 56$		$\Sigma(Lt) / A_p = 0.0161$	$ZUSN / 56 = 0.0253$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Densidad mínima de muros en dirección “Y”

Nº	Muros en Y	L(m)	t(m)	Área de corte Lt(m ²)
1	Y1	15.996	0.125	2.000
2	Y2	4.864	0.125	0.608
3	Y3	1.450	0.125	0.181
4	Y4	4.800	0.125	0.600
5	Y5	1.500	0.125	0.188
6	Y6	1.750	0.125	0.219
7	Y7	3.876	0.125	0.485
8	Y8	1.200	0.125	0.150
9	Y9	1.200	0.125	0.150
10	Y10	1.375	0.125	0.172
11	Y11	2.839	0.125	0.355
12	Y12	11.390	0.125	1.424
$\Sigma(Lt) / A_p \geq ZUSN / 56$		$\Sigma(Lt) / A_p = 0.0464$	$ZUSN / 56 = 0.0253$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Áreas tributarias en “X”, se desarrolló con el método del sobre para distribuir las cargas en cada muro.

Muro	Longitud (m)	A. piso típico (m ²)	A. azotea (m ²)
X1	1.865	2.47	2.47
X2	1.2	4.35	4.35
X3	2.69	13.85	13.85
X4	3.09	6.27	6.27
X5	2.778	2.21	2.21
X6	2.665	1.43	1.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Áreas tributarias en “Y”, se desarrolló con el método del sobre para distribuir las cargas en cada muro.

Muro	Longitud (m)	A. piso típico (m ²)	A. azotea (m ²)
Y1	15.996	9.97	9.97
Y2	4.864	5.52	5.52
Y3	1.45	3.59	3.59
Y4	4.8	6.71	6.71
Y5	1.5	1.83	1.83
Y6	1.75	1.87	1.87
Y7	3.876	4.27	4.27
Y8	1.2	0.75	0.75
Y9	1.2	1.10	1.10
Y10	1.375	6.83	6.83
Y11	2.839	5.21	5.21
Y12	11.39	12.75	12.75

Fuente: Elaboración propia

		CARGA DIRECTA									CARGA INDIRECTA		
		CARGA MUERTA											
Muro	Peso propio zona muros SOGA			zona ventanas h=1m			zona puertas			total carga directa (ton)	total carga indirecta (al 25% CV)	Pi (al 25% CV)	
	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	Σ (ton)	CM+25%CV		
X1		0.70	0.00	1.05	0.39	0.412	0.35	0.14	0.05	3.43	1.11	4.54	
X2	1.2	0.70	0.84	1.34	0.39	0.526	0.36	0.14	0.05	1.41	1.96	3.37	
X3	2.69	0.70	1.87	5	0.39	1.963		0.14	0.00	3.84	6.23	10.07	
X4	3.09		2.15	2.19	0.39	0.860	0.38	0.14	0.05	3.06	2.82	5.89	
X5	2.778	0.70	0.00	0.5	0.39	0.196	0.38	0.14	0.05	3.58	0.99	4.57	
X6	2.665	0.70	1.85	0.7	0.39	0.275	0	0.14	0.00	2.13	0.64	2.77	

Figura 42. Cargas en el nivel de piso típico en “X”

Fuente: Elaboración propia

		CARGA DIRECTA									CARGA INDIRECTA		
		CARGA MUERTA											
Muro	Peso propio zona muros SOGA			zona ventanas h=1m			zona puertas			total carga directa (ton)	total carga indirecta (al 25% CV)	Pi (al 25% CV)	
	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	L	carga directa (ton/m)	Peso propio (Lx carga dir.)	Σ (ton)	CM+25%CV		
Y1	16	0.70	11.13	3.09	0.39	1.213	0	0.14	0.00	12.51	4.49	16.99	
Y2	4.864	0.70	3.39	0.64	0.39	0.251	0	0.14	0.00	3.64	2.48	6.12	
Y3	1.45	0.70	1.01	1.52	0.39	0.597	0.36	0.14	0.05	1.66	1.62	3.27	
Y4	4.8	0.70	3.34	1.84	0.39	0.722	0.35	0.14	0.05	4.11	3.02	7.13	
Y5	1.5	0.70	1.04	1.35	0.39	0.530	0.9	0.14	0.13	1.70	0.82	2.52	
Y6	1.75	0.70	1.22	0.84	0.39	0.330	0.7	0.14	0.10	2.22	0.84	3.06	
Y7	3.876	0.70	2.70	1.12	0.39	0.440	0.43	0.14	0.06	3.20	1.92	5.12	
Y8	1.2	0.70	0.84	1.01	0.39	0.397	0	0.14	0.00	1.23	0.34	1.57	
Y9	1.2	0.70	0.84	1.27	0.39	0.499	0	0.14	0.00	1.33	0.50	1.83	
Y10	1.375	0.70	0.96	3.5	0.39	1.374	0.45	0.14	0.06	2.39	3.07	5.47	
Y11	2.839	0.70	1.98	2.32	0.39	0.911	0.43	0.14	0.06	2.95	2.34	5.29	
Y12	11.39	0.70	7.93	4.33	0.39	1.700	0	0.14	0.00	10.75	5.74	16.49	

Figura 43: Cargas en el nivel de piso típico en “Y”

Fuente: Elaboración propia

Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 25\%PL$											
Cargas por nivel											
Muro	h(m)	L(m)	t(m)	Azote a (tn)	Piso típico (tn)	Cargas acumuladas, esfuerzo axial					
						Piso 3	Piso 2	Piso 1	Esfuerzo axial σ_1 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_2 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_3 (ton/m ²) con 25% de CV
X1	2.45	1.865	0.23	3.14	4.54	3.14	7.68	12.22	28.48	17.90	7.32
X2	2.45	1.2	0.13	2.55	3.37	2.55	5.92	9.29	61.90	39.44	16.98
X3	2.45	2.69	0.13	7.59	10.07	7.59	17.65	27.72	82.45	52.51	22.56
X4	2.45	3.09	0.13	4.25	5.89	4.25	10.14	16.02	41.49	26.25	11.01
X5	2.45	2.778	0.23	2.96	4.57	2.96	7.53	12.10	18.94	11.79	4.63
X6	2.45	2.665	0.13	1.80	2.77	1.80	4.58	7.35	22.06	13.74	5.41
Y1	2.45	16	0.13	11.39	16.99	11.39	28.38	45.37	22.69	14.19	5.70
Y2	2.45	4.864	0.13	4.45	6.12	4.45	10.57	16.70	27.46	17.39	7.33
Y3	2.45	1.45	0.13	2.35	3.27	2.35	5.62	8.89	49.06	31.01	12.96
Y4	2.45	4.8	0.13	5.11	7.13	5.11	12.24	19.38	32.29	20.41	8.52
Y5	2.45	1.5	0.13	1.67	2.52	1.67	4.19	6.71	35.80	22.34	8.88
Y6	2.45	1.75	0.13	1.70	3.06	1.70	4.76	7.82	35.76	21.78	7.79
Y7	2.45	3.876	0.13	3.61	5.12	3.61	8.73	13.85	28.59	18.03	7.46
Y8	2.45	1.2	0.13	0.94	1.57	0.94	2.51	4.08	27.17	16.71	6.25
Y9	2.45	1.2	0.13	1.12	1.83	1.12	2.94	4.77	31.82	19.63	7.44
Y10	2.45	1.375	0.13	3.93	5.47	3.93	9.40	14.87	86.51	54.70	22.88
Y11	2.45	2.839	0.13	4.84	5.29	4.84	10.13	15.42	43.46	28.55	13.64
Y12	2.45	11.39	0.13	10.68	16.49	10.68	27.17	43.65	30.66	19.08	7.50

Figura 44: Cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 0.25PL$.

Fuente: Elaboración propia

Nivel	"h _i " acumulada	"w _i " (peso por piso)	h _i x w _i	Fi sismo moderado R=6		sismo severo R=3
				Fi sismo moderado (ton)(para cada entrepiso)	Vi (ton) acumulada	VE _i = 2V _i (acumulada)
3	7.8	74.08	577.81	23.17	23.17	46.34
2	5.2	106.07	551.56	22.12	45.29	90.58
1	2.6	106.07	275.78	11.06	56.35	112.70
	Σ	286.22	1405.16	56.35		

Figura 45: Fuerzas de inercia ante sismo moderado "Fi" y Severo "VE_i"

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos laterales sismo X			
Nivel	Centro de masas		DI =KxRxd/h
	D (m)	d(m)	
3	0.0033	0.0012	0.0021
2	0.0021	0.0013	0.0023
1	0.0008	0.0008	0.0014
Desplazamientos laterales sismo Y			
Nivel	Centro de masas		DI =KxRxd/h
	D (m)	d(m)	
3	0.0007	0.0002	0.0003
2	0.0005	0.0003	0.0005
1	0.0002	0.0002	0.0003

Figura 46: Desplazamientos laterales, se puede observar en ambos casos que las distorsiones inelásticas máximas (DI) son menores que las permitidas por la Norma E.0.30 para edificaciones de albañilería (0.005).

Fuerzas internas Ve (ton) y Me (ton-m) ante sismo moderado X						
Muro	Piso 1		Piso 2		Piso 3	
	Ve	Me	Ve	Me	Ve	Me
X1	7.54	35.14	5.36	15.54	0.62	1.62
X2	1.57	5.61	0.71	1.54	-0.10	-0.29
X3	5.91	24.16	5.35	12.53	2.77	3.21
X4	8.16	29.32	9.66	19.14	7.75	8.03
X5	11.62	52.20	11.10	28.43	6.14	8.10
X6	4.94	26.22	3.94	13.36	1.20	3.13
Y1	10.23	67.09	10.30	41.58	6.84	16.35
Y2	3.03	16.32	2.32	8.39	0.85	2.28
Y3	0.44	1.31	0.12	0.17	-0.06	-0.15
Y4	2.67	12.53	1.77	5.57	0.37	0.95
Y5	0.61	1.44	0.35	0.54	0.10	0.07
Y6	0.76	1.91	0.44	0.72	0.11	0.08
Y7	0.37	0.95	0.13	0.19	-0.03	-0.07
Y8	0.40	1.00	0.19	0.25	0.08	0.02
Y9	0.58	1.36	0.35	0.46	0.21	0.13
Y10	0.53	1.36	0.26	0.34	0.11	0.02
Y11	1.37	5.29	0.67	1.60	-0.06	-0.17
Y12	9.82	66.78	10.07	41.64	6.44	16.09

Figura 47: Fuerzas Internas Ve (ton) y Me (ton) ante sismo moderado en “X-X” e “Y-Y”

Fuente: Elaboración Propia

				PISO = 1											Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
				DIRECCIÓN X-X											V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E	
Muro	L(m)	t(m)	V _m (ton/m ²)	P _g (ton)	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	0.55V _m con 5% de error	V _{ml} /V _{el}	V _u (ton)	V _m (ton) con 5% de error	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E		
X1	1.87	0.23	81	12.22	7.54	35.14	0.40	9.76	5.64	2.00	15.07	10.25	70.28	SE AGRIETA ANTE SISMO MOD. REEST.	ΣV _m	VE	
X2	1.20	0.13	81	9.29	1.57	5.61	0.34	4.18	2.41	2.66	4.18	4.39	14.90	RESISTE	73.69	112.70	
X3	2.69	0.13	81	27.72	5.91	24.16	0.66	15.34	8.86	2.59	15.34	16.11	62.68	RESISTE	REEST.		
X4	3.09	0.13	81	16.02	8.16	29.32	0.86	17.14	9.90	2.10	17.14	18.00	61.57	RESISTE			
X5	2.78	0.23	81	12.10	11.62	52.20	0.62	18.79	10.85	2.00	23.25	19.73	104.39	SE AGRIETA ANTE SISMO MOD. REEST.			
X6	2.67	0.13	81	7.35	4.94	26.22	0.50	8.47	4.89	2.00	9.89	8.89	52.43	SE AGRIETA ANTE SISMO MOD. REEST.T15			

Figura 48: Control de fisuración en los muros X en el primer piso.

Fuente: Elaboración Propia

				PISO = 1											Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
				DIRECCIÓN X-X											V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E	
Muro	L(m)	t(m)	V _m (ton/m ²)	P _g (ton)	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	0.55V _m con 5% de error	V _{ml} /V _{el}	V _u (ton)	V _m (ton) con 5% de error	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E		
Y1	16.00	0.125	81	45.37	10.23	67.09	1.00	91.42	52.79	3.00	30.69	95.99	201.26	RESISTE	ΣV _m	VE	
Y2	4.86	0.125	81	16.70	3.03	16.32	0.90	26.09	15.07	3.00	9.09	27.39	48.96	RESISTE	286.05	112.70	
Y3	1.45	0.125	81	8.89	0.44	1.31	0.48	5.59	3.23	3.00	1.31	5.87	3.93	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA		
Y4	4.80	0.125	81	19.38	2.67	12.53	1.00	28.76	16.61	3.00	8.00	30.19	37.58	RESISTE			
Y5	1.50	0.125	81	6.71	0.61	1.44	0.63	6.35	3.67	3.00	1.82	6.67	4.32	RESISTE			
Y6	1.75	0.125	81	7.82	0.76	1.91	0.69	7.94	4.58	3.00	2.27	8.33	5.73	RESISTE			
Y7	3.88	0.125	81	13.85	0.37	0.95	1.00	22.81	13.17	3.00	1.11	23.95	2.86	RESISTE			
Y8	1.20	0.125	81	4.08	0.40	1.00	0.48	3.87	2.23	3.00	1.21	4.06	3.00	RESISTE			
Y9	1.20	0.125	81	4.77	0.58	1.36	0.51	4.21	2.43	3.00	1.73	4.42	4.07	RESISTE			
Y10	1.38	0.125	81	14.87	0.53	1.36	0.54	7.18	4.15	3.00	1.60	7.54	4.08	RESISTE			
Y11	2.84	0.125	81	15.42	1.37	5.29	0.74	14.15	8.17	3.00	4.12	14.86	15.87	RESISTE			
Y12	11.39	0.125	81	43.65	9.82	66.78	1.00	67.70	39.10	3.00	29.47	71.09	200.33	RESISTE			

Figura 49: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados en la presente investigación son:

Esfuerzos axiales en los muros X e Y, cuando la estructura tiene 3 pisos. Obtenidas de las cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 25\%PL$, se encuentran dentro del rango $(0.15f'm)=97.5$ para análisis sísmicos. Pero no sucede lo mismo cuando la edificación cuando tiene 4 pisos teniendo al muro Y10 el más esforzado con 118.32ton, superando el permitido por la Norma, no es ajeno a estos resultados la edificación cuando tiene 5pisos teniendo al muro Y10 con 150.13ton. siendo el más esforzado en el primer y segundo piso, superando el permitido por la Norma E0.70.

Tabla 18.

Esfuerzos axiales máximos para todos los pisos en los muros en X e Y

Muro	Esfuerzo axial σ_1 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_2 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_3 (ton/m ²) con 25% de CV	0.15f'm (es el límite)
X1	7.37	4.61	1.85	97.5
X2	10.53	6.64	2.76	97.5
X3	13.86	8.76	3.66	97.5
X4	26.92	16.45	5.98	97.5
X5	21.31	14.08	6.85	97.5
X6	27.81	19.49	11.16	97.5
Y1	22.73	14.21	5.70	97.5
Y2	27.46	17.39	7.33	97.5
Y3	49.06	31.01	12.96	97.5
Y4	32.38	20.46	8.55	97.5
Y5	35.80	22.34	8.88	97.5
Y6	35.76	21.78	7.79	97.5
Y7	28.59	18.03	7.46	97.5
Y8	27.17	16.71	6.25	97.5
Y9	31.82	19.63	7.44	97.5
Y10	86.51	54.70	22.88	97.5
Y11	43.46	28.55	13.64	97.5
Y12	30.66	19.08	7.50	97.5

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver la variación del esfuerzo axial del muro X4 e Y10, los más esforzados en el primer piso con el 25% de carga viva.

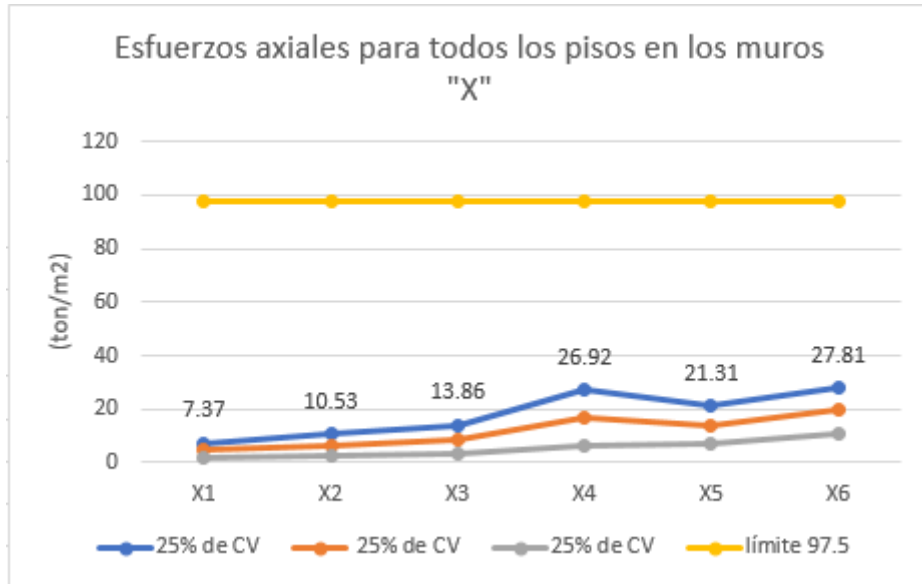


Figura 50. Esfuerzos axiales en los muros X

Fuente: Elaboración propia

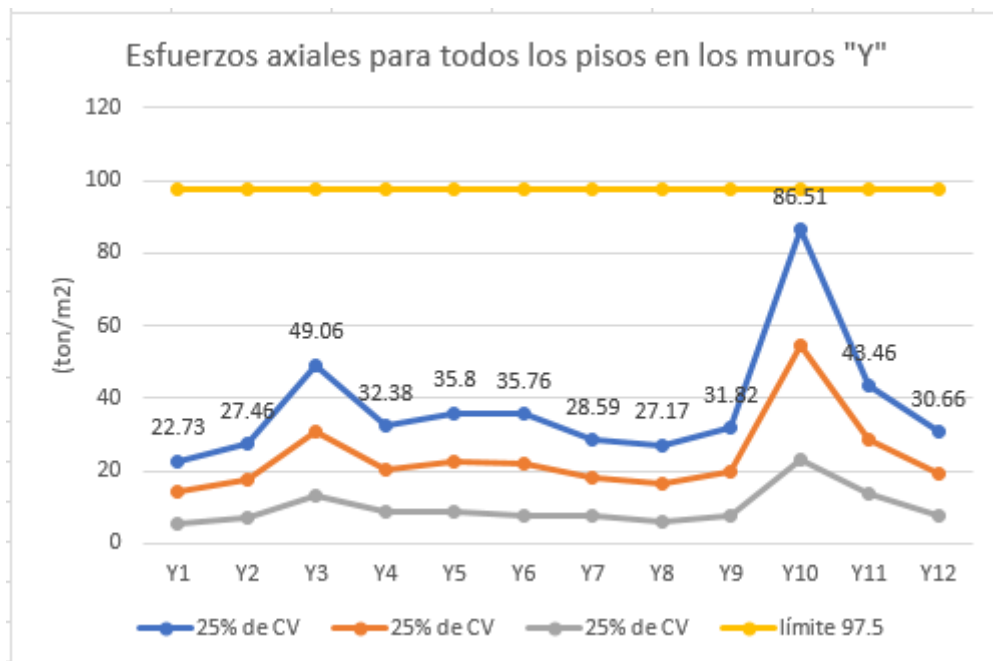


Figura 51. Esfuerzos axiales en los muros Y

Fuente: Elaboración propia

Esfuerzos axiales en los muros X e Y, cuando la estructura tiene 4 pisos. Obtenidas de las cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 25\%PL$, para efectos sísmicos.

Tabla 19.

Esfuerzos axiales máximos para todos los pisos en los muros en X e Y

Muro	Esfuerzo axial σ_1 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_2 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_3 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_4 (ton/m ²) con 25% de CV	0.15f'm (es el límite)
X1	9.42	6.90	4.37	1.85	97.5
X2	13.70	10.05	6.40	2.76	97.5
X3	18.25	13.38	8.52	3.66	97.5
X4	37.38	26.92	16.45	5.98	97.5
X5	28.53	21.31	14.08	6.85	97.5
X6	36.14	27.81	19.49	11.16	97.5
Y1	31.24	22.73	14.21	5.70	97.5
Y2	37.53	27.46	17.39	7.33	97.5
Y3	67.12	49.06	31.01	12.96	97.5
Y4	44.30	32.38	20.46	8.55	97.5
Y5	49.25	35.80	22.34	8.88	97.5
Y6	49.74	35.76	21.78	7.79	97.5
Y7	39.16	28.59	18.03	7.46	97.5
Y8	37.63	27.17	16.71	6.25	97.5
Y9	44.02	31.82	19.63	7.44	97.5
Y10	118.32	86.51	54.70	22.88	97.5
Y11	58.37	43.46	28.55	13.64	97.5
Y12	42.24	30.66	19.08	7.50	97.5

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver la variación del esfuerzo axial del muro X4 e Y10, los más esforzados en el primer piso con el 25% de carga viva.

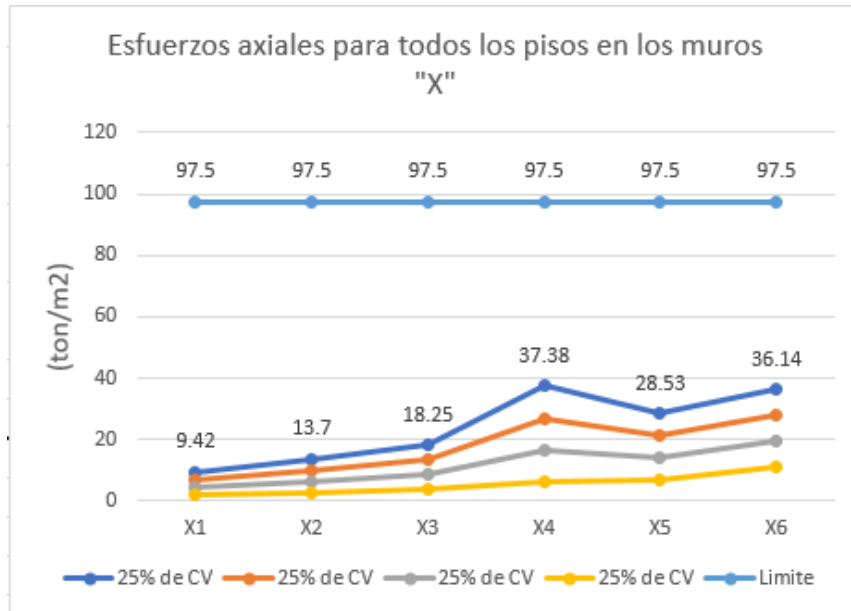


Figura 52. Esfuerzos axiales en los muros X

Fuente: Elaboración propia

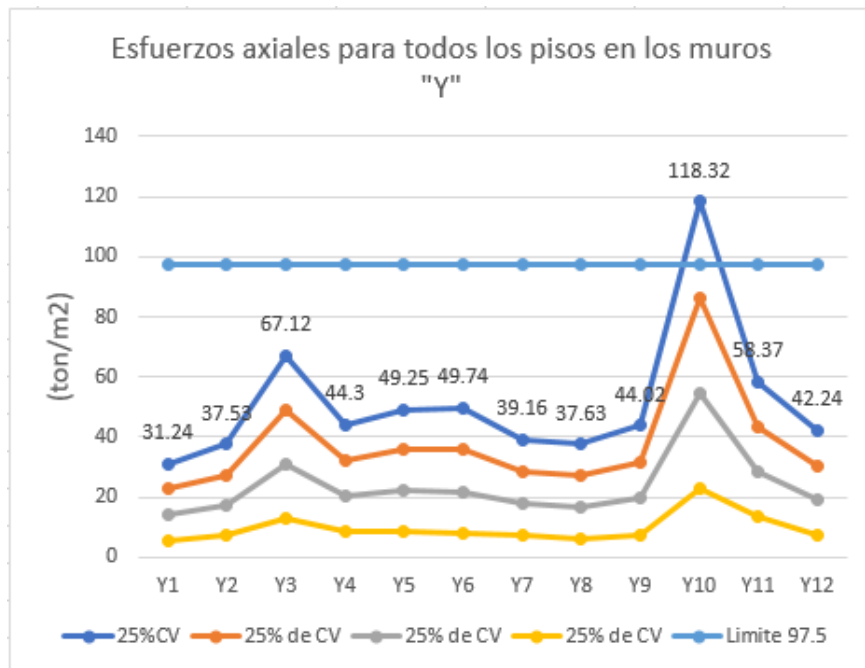


Figura 53. Esfuerzos axiales en los muros Y

Fuente: Elaboración propia

Esfuerzos axiales en los muros X e Y, cuando la estructura tiene 5 pisos. Obtenidas de las cargas de gravedad acumuladas (ton): $P_g = PD + 25\%PL$, para efectos sísmicos.

Tabla 20.

Esfuerzos axiales para todos los pisos en los muros en X e Y

Muro	Esfuerzo axial σ_1 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_2 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_3 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_4 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_5 (ton/m ²) con 25% de CV	0.15f'm (es el límite)
X1	13.02	10.25	7.49	4.73	1.97	97.5
X2	18.42	14.53	10.65	6.76	2.88	97.5
X3	24.18	19.08	13.98	8.88	3.78	97.5
X4	49.03	38.56	28.10	17.63	7.16	97.5
X5	33.61	26.38	19.15	11.92	4.69	97.5
X6	38.71	30.39	22.06	13.74	5.41	97.5
Y1	39.76	31.24	22.73	14.21	5.70	97.5
Y2	47.59	37.53	27.46	17.39	7.33	97.5
Y3	85.17	67.12	49.06	31.01	12.96	97.5
Y4	56.21	44.30	32.38	20.46	8.55	97.5
Y5	62.71	49.25	35.80	22.34	8.88	97.5
Y6	63.72	49.74	35.76	21.78	7.79	97.5
Y7	49.72	39.16	28.59	18.03	7.46	97.5
Y8	48.09	37.63	27.17	16.71	6.25	97.5
Y9	56.21	44.02	31.82	19.63	7.44	97.5
Y10	150.13	118.32	86.51	54.70	22.88	97.5
Y11	73.28	58.37	43.46	28.55	13.64	97.5
Y12	53.82	42.24	30.66	19.08	7.50	97.5

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver la variación del esfuerzo axial del muro X4 e Y10, los más esforzados en el primer piso con el 25% de carga viva.

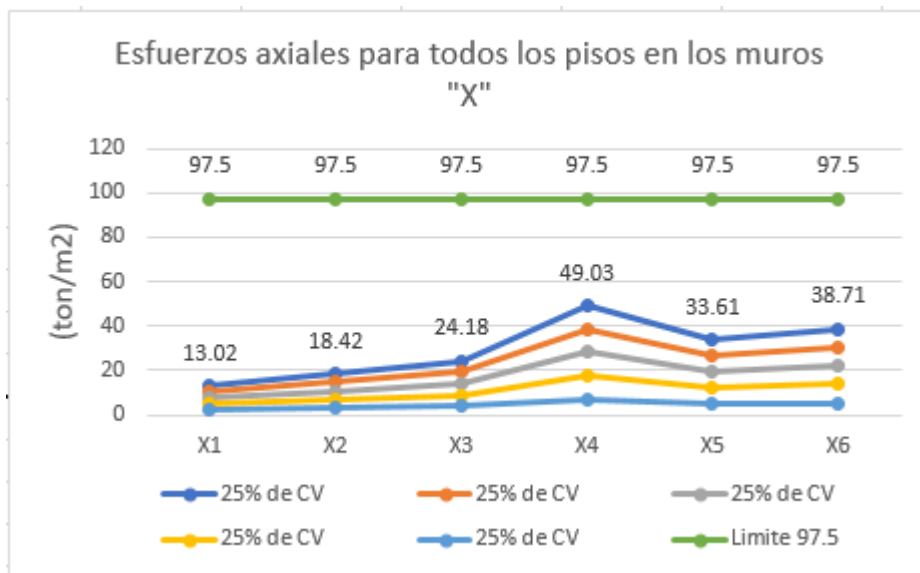


Figura 54. Esfuerzos axiales en los muros X

Fuente: Elaboración propia

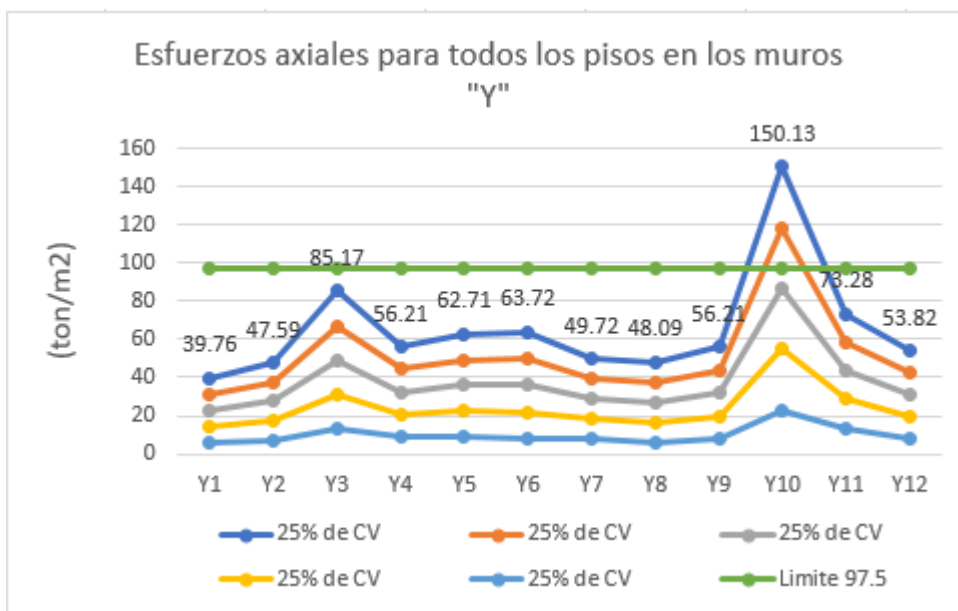


Figura 55. Esfuerzos axiales en los muros Y

Fuente: Elaboración propia

Las fisuras en todos los muros tanto en “X” como “Y” se verifica en el primer piso de la edificación cuando tiene 5 pisos fallando por corte los muros X4, X5, X6 y Y10 al enfrentarse ante un sismo severo, la fuerza cortante admisible (V_e) es mayor que su resistencia ($0.55V_m$) y ante un sismo severo la sumatoria de la resistencia ($\sum V_m > V_e$) es menor que la fuerza cortante, no resiste la estructura, se tiene que reestructurar, no es ageno a este resultado la edificación cuando tiene 4 pisos de altura fallando por corte los muros X4, X5 y X6 ante un sismo moderado y sismo severo. Teniendo como resultado exitoso cuando la edificación tiene 3 pisos de altura, ningun muro en “X” e “Y” se fisuran por sismo moderado ya que la resistencia ($0.55V_m$) es mayor que la fuerza cortante en todos los muros, ya que la norma E0.70 nos dice que ningun muro debe agrietarse ante un sismo moderado, dando un buen resultado al enfrentarse ante un sismo global, pues la sumatoria de la resistencia ($\sum V_m = 155.16$) supera la fuerza cortante ($V_e = 115.24$) la edificación tiene una resistencia correcta.

También se muestra los resultados de la irregularidad de la edificación, teniendo como regular a la estructura de 3 pisos de esta investigación, porque cuenta con una resistencia y rigidez adecuada, la estructura no presenta discontinua extrema de los sistemas resistentes porque los elementos resistentes son continuos, tal como lo dice la norma E0.30 actualizada. Sin embargo terminando el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas como el producto del coeficiente R_o determinado a partir de la tabla N°7 (Sistemas Estructurales) E0.30 y de los factores I_a , I_p obtenidos de las tablas N°8 y N°9 (Irregularidades Estructurales en planta y altura) Norma E0.30, Obteniendo para la edificación de 3 pisos $R=6$, para la edificación de 4 pisos $R=3.6$ y para 5 pisos $R=3.6$, con una irregularidad torsional para la edificación de 4 y 5 pisos.

DIRECCIÓN X-X							Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	V _u (ton)	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ VE	
X1	17.75	95.84	0.35	24.39	35.50	191.69	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.	ΣV _m	VE
X2	4.71	20.08	0.33	16.39	14.14	60.23	Resiste	143.41	265.90
X3	31.91	170.22	0.50	53.83	63.83	340.43	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.	Reestructurar	
X4	23.74	132.77	0.55	23.92	47.49	265.53	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.		
X5	20.02	120.17	0.46	16.92	40.04	240.34	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.		
X6	8.91	63.96	0.37	7.98	17.82	127.92	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.		

Figura 56: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 5 pisos.

Fuente: Elaboración propia

DIRECCIÓN Y-Y							Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	V _u (ton)	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ VE	
Y1	41.20	416.09	1.00	99.27	99.27	1002.39	Resiste	ΣV _m	VE
Y2	11.60	82.48	0.68	23.51	23.51	167.08	Resiste	303.48	265.90
Y3	1.56	5.43	0.42	6.61	4.68	16.28	Resiste	Resistencia Correcta	
Y4	10.01	60.31	0.80	27.12	27.12	163.38	Resiste		
Y5	2.22	6.07	0.55	6.88	6.67	18.20	Resiste		
Y6	2.77	8.17	0.59	8.45	8.30	24.52	Resiste		
Y7	1.24	3.91	1.00	25.16	3.71	11.74	Resiste		
Y8	1.46	5.64	0.33	3.68	3.68	14.19	Resiste		
Y9	2.14	5.64	0.46	4.71	4.71	12.39	Resiste		
Y10	1.95	23.76	0.33	8.26	5.85	71.28	Resiste		
Y11	4.99	23.76	0.60	14.55	14.55	69.28	Resiste		
Y12	38.41	418.19	1.00	75.29	76.83	836.38	Resiste		

Figura 57: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso, cuando la estructura tiene 5 pisos.

Fuente: Elaboración propia

Fuerza cortante (ton)						Desplazamiento relativo (m)					Rigidez lateral del entrepiso					Porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior			
EJE	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 5	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 5	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 5	1ro / 2do	2do / 3ro	3ro / 4to	4to / 5to
X	199.43	184.63	155.03	110.64	51.46	0.0021	0.0040	0.0048	0.0048	0.0043	96022	46380	31990	22830	11893	207.0%	145.0%	140.1%	192.0%
Y	199.43	184.63	155.03	110.64	51.46	0.0007	0.0012	0.0012	0.0012	0.0009	288066	152393	127961	91322	59465	189.0%	119.1%	140.1%	153.6%

Figura 58: Irregularidad extrema de rigidez, se demuestra que la estructura de 5 pisos no presenta irregularidad extrema de rigidez, debido a que el porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia al corte global ΣV_m (ton)						Porcentaje de Resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior			
EJE	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 5	1ro / 2do	2do / 3ro	3ro / 4to	4to / 5to
X	143.42	181.74	229.79	221.68	56.52	78.9%	79.1%	103.7%	392.2%
Y	303.48	307.02	308.55	246.64	164.21	98.8%	99.5%	125.1%	150.2%

Figura 59: Irregularidad extrema de resistencia, se demuestra que la estructura de 5 pisos presenta irregularidad extrema de resistencia en "X", porque el porcentaje de resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).

Fuente: Elaboración Propia

EJE	Desplazamiento relativo (m)					Deriva máxima E.030	50 % Deriva máxima E.030	Verificando Irregularidad Torsional Extrema
	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 5			
X	0.0021	0.0040	0.0048	0.0048	0.0043	0.005	0.0025	error
Y	0.0007	0.0012	0.0012	0.0012	0.0009	0.005	0.0025	OK

Figura 60: Irregularidad torsional extrema, se demuestra que la estructura de 5 pisos presenta irregularidad extrema en "X" porque el desplazamiento máximo relativo es mayor que el 50% del desplazamiento permisible indicado por la tabla 11 de la Norma E0.30 (0.005).

Fuente: Elaboración Propia

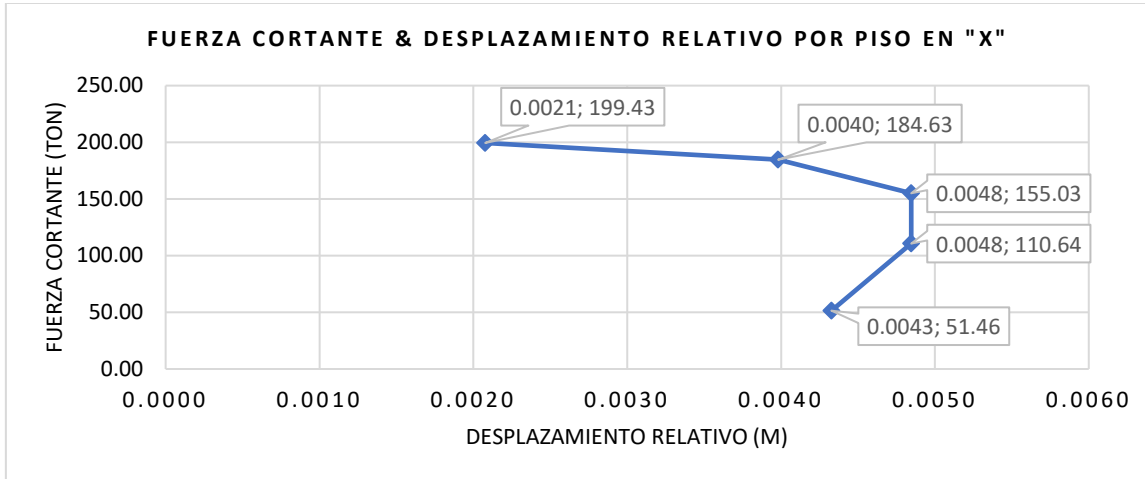


Figura 61: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en “X”

Fuente: Elaboración Propia

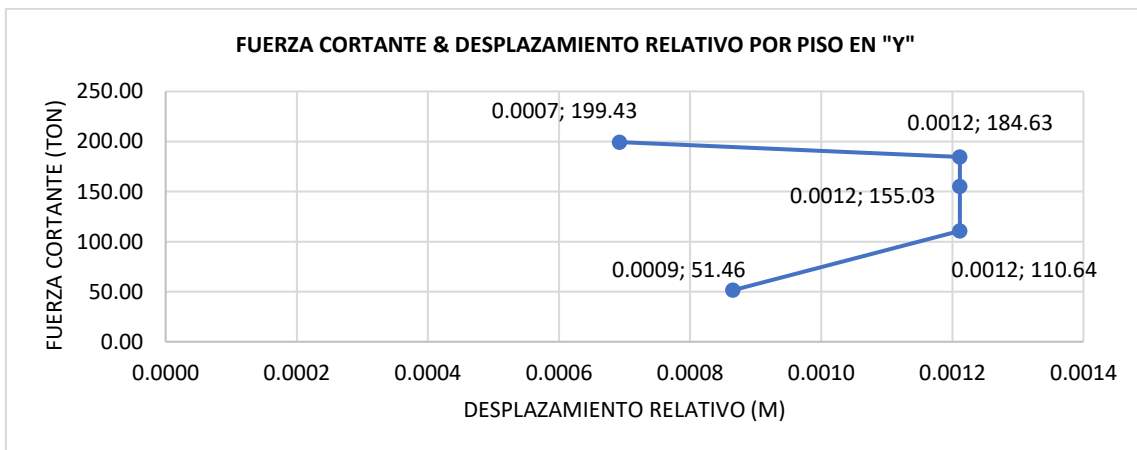


Figura 62: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en “Y”

Fuente: Elaboración Propia

Muro	DIRECCIÓN X-X						Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	V _u (ton)	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E	
X1	13.34	72.11	0.35	23.18	26.68	144.21	RESISTE	ΣV _m	VE
X2	3.52	15.03	0.33	15.38	10.57	45.10	RESISTE	135.16	449.69
X3	23.66	126.73	0.50	50.82	50.82	272.22	RESISTE	REESTRUCTURAR	
X4	17.50	98.34	0.55	21.94	34.99	196.67	SE AGRIETA ANTE SISMO MOD. REEST.		
X5	14.75	89.00	0.46	16.11	29.51	178.00	SE AGRIETA ANTE SISMO MOD. REEST.		
X6	6.45	46.76	0.37	7.73	12.90	93.51	SE AGRIETA ANTE SISMO MOD. REEST.		

Figura 63: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 4 pisos.

Fuente: Elaboración propia

Muro	DIRECCIÓN X-X						Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	V _u (ton)	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ V _E	
Y1	24.04	199.08	1.00	95.35	72.12	597.23	RESISTE	ΣV _m	VE
Y2	6.88	42.88	0.78	24.46	20.63	128.63	RESISTE	297.92	449.69
Y3	0.37	1.25	0.43	5.96	1.11	3.74	RESISTE	REESTRUCTURAR	
Y4	5.96	31.91	0.90	27.90	17.88	95.73	RESISTE		
Y5	1.32	3.38	0.59	6.57	3.96	10.15	RESISTE		
Y6	0.04	0.06	1.00	11.36	0.13	0.19	RESISTE		
Y7	0.74	2.20	1.00	23.99	2.23	6.59	RESISTE		
Y8	0.86	2.31	0.45	4.02	2.59	6.94	RESISTE		
Y9	1.26	3.15	0.48	4.43	3.77	9.46	RESISTE		
Y10	1.15	3.15	0.50	8.17	3.45	9.46	RESISTE		
Y11	2.99	12.88	0.66	14.24	8.97	38.64	RESISTE		
Y12	22.43	201.04	1.00	71.49	67.30	603.13	RESISTE		

Figura 64: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso, cuando la estructura tiene 4 pisos.

Fuente: Elaboración propia

Fuerza cortante (ton)					Desplazamiento relativo (m)				Rigidez lateral del entrepiso				Porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior		
EJE	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	1ro / 2do	2do / 3ro	3ro / 4to
X	453.70	157.92	140.12	104.53	0.0012	0.0035	0.0063	0.0091	378086	45120	22242	11486	838.0%	202.9%	193.6%
Y	453.70	157.92	140.12	104.53	0.0004	0.0011	0.0018	0.0024	1134258	143564	77846	43553	790.1%	184.4%	178.7%

Figura 65: Irregularidad extrema de rigidez, se demuestra que la estructura de 4 pisos no presenta irregularidad extrema de rigidez, debido a que el porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).

Fuente: Elaboración propia

Resistencia al corte global ΣVm (ton)					Porcentaje de Resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior		
EJE	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	1ro / 2do	2do / 3ro	3ro / 4to
X	136.01	173.88	221.00	215.49	78.2%	78.7%	102.6%
Y	297.92	299.47	284.98	189.85	99.5%	105.1%	150.1%

Figura 66: Irregularidad extrema de resistencia, se demuestra que la estructura de 4 pisos no presenta irregularidad extrema de resistencia porque el porcentaje de resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).

Fuente: Elaboración propia

EJE	Desplazamiento relativo (m)				Deriva máxima E.030	50 % Deriva máxima E.030	Verificando Irregularidad Torsional Extrema
	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4			
X	0.0012	0.0035	0.0063	0.0091	0.005	0.0025	error
Y	0.0004	0.0011	0.0018	0.0024	0.005	0.0025	OK

Figura 67: Irregularidad torsional extrema, se demuestra que la estructura de 4 pisos presenta irregularidad extrema en "X" porque el desplazamiento máximo relativo es mayor que el 50% del desplazamiento permisible indicado por la tabla 11 de la Norma E0.30 (0.005).

Fuente: Elaboración Propia

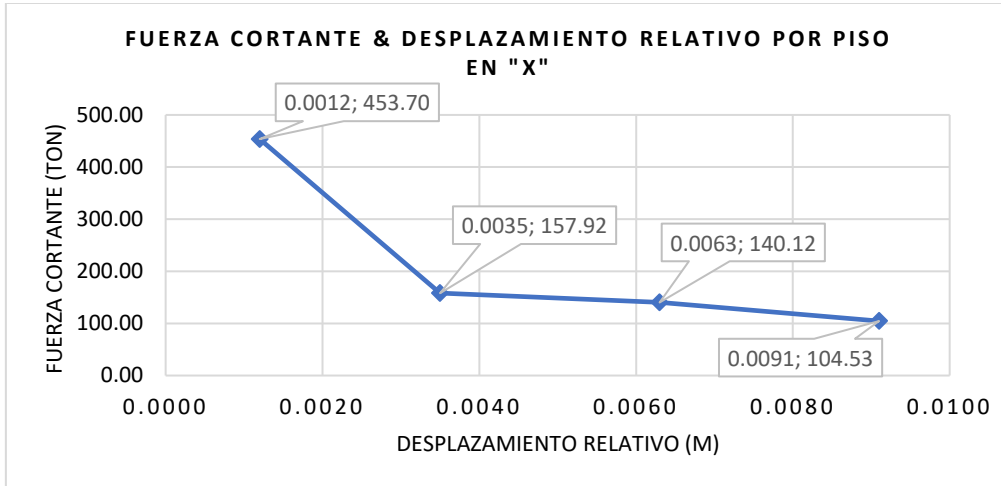


Figura 68: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "X"

Fuente: Elaboración Propia

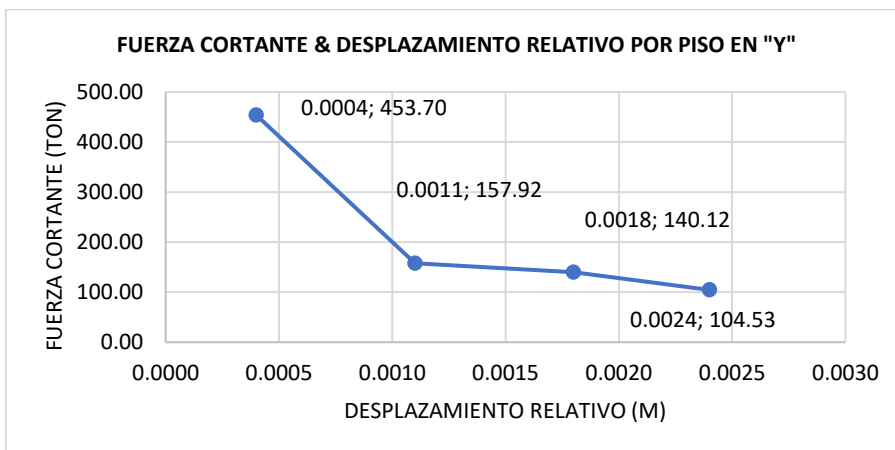


Figura 69: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "Y"

Fuente: Elaboración Propia

DIRECCIÓN X-X							Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	V _u (ton)	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ VE	
X1	8.05	34.14	0.44	28.01	24.15	102.41	RESISTE	ΣV _m	VE
X2	2.13	7.44	0.34	15.12	6.40	22.31	RESISTE	155.16	115.24
X3	14.47	60.47	0.64	60.61	43.42	181.42	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA	
X4	9.53	42.23	0.70	24.46	24.46	108.45	RESISTE		
X5	8.15	38.62	0.59	18.30	18.30	86.73	RESISTE		
X6	3.79	20.89	0.48	8.66	8.66	47.69	RESISTE		

Figura 70: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos.

Fuente: Elaboración propia

DIRECCIÓN Y-Y							Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	V _u (ton)	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ VE	
Y1	17.18	109.72	1.00	91.43	51.53	329.15	RESISTE	ΣV _m	VE
Y2	5.06	26.93	0.91	26.35	15.18	80.78	RESISTE	286.36	115.24
Y3	0.73	2.17	0.48	5.60	2.18	6.51	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA	
Y4	4.42	20.68	1.00	28.77	13.26	62.04	RESISTE		
Y5	1.00	2.37	0.63	6.35	3.00	7.12	RESISTE		
Y6	1.24	3.15	0.69	7.93	3.73	9.44	RESISTE		
Y7	0.58	1.57	1.00	22.81	1.74	4.71	RESISTE		
Y8	0.66	1.64	0.48	3.86	1.97	4.93	RESISTE		
Y9	0.95	2.23	0.51	4.20	2.84	6.68	RESISTE		
Y10	0.87	2.23	0.54	7.17	2.62	6.70	RESISTE		
Y11	2.26	8.66	0.74	14.20	6.78	25.99	RESISTE		
Y12	15.96	110.30	1.00	67.70	47.87	330.90	RESISTE		

Figura 71: Control de fisuración en los muros Y en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos.

Fuente: Elaboración propia

Fuerza cortante (ton)			Desplazamiento relativo (m)			Rigidez lateral del entrepiso			Porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior		
EJE	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3	1ro / 2do	2do / 3ro
X	115.24	92.82	47.98	0.0010	0.0016	0.0017	110972	59588	27722	186.2%	214.9%
Y	115.24	92.82	47.98	0.0003	0.0005	0.0005	332917	178765	92407	186.2%	193.5%

Figura 72: Irregularidad extrema de rigidez, se demuestra que la estructura de 3 pisos no presenta irregularidad extrema de rigidez, debido a que el porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia al corte global ΣV_m (ton)				Porcentaje de Resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior	
EJE	Piso 1	Piso 2	Piso 3	1ro / 2do	2do / 3ro
X	155.31	220.93	198.95	70.3%	111.0%
Y	286.42	286.49	232.56	100.0%	123.2%

Figura 73: Irregularidad extrema de resistencia, se demuestra que la estructura de 3 pisos no presenta irregularidad extrema de resistencia porque el porcentaje de resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).

Fuente: Elaboración Propia

EJE	Desplazamiento relativo (m)			Deriva máxima E.030	50 % Deriva máxima E.030	Verificando Irregularidad Torsional Extrema
	Piso 1	Piso 2	Piso 3			
X	0.0010	0.0016	0.0017	0.005	0.0025	OK
Y	0.0003	0.0005	0.0005	0.005	0.0025	OK

Figura 74: Irregularidad torsional extrema, se demuestra que la estructura de 3 pisos no presenta irregularidad extrema porque el desplazamiento máximo relativo es mayor que el 50% del desplazamiento permisible indicado por la tabla 11 de la Norma E0.30 (0.005).

Fuente: Elaboración Propia

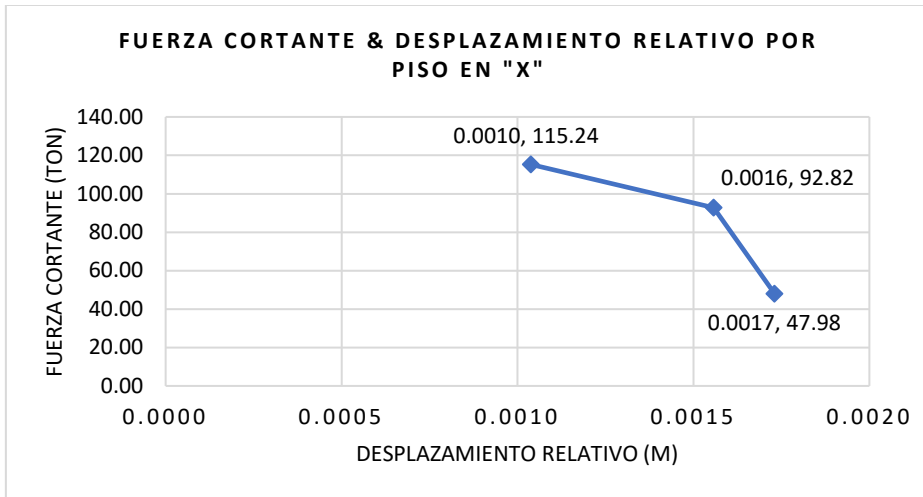


Figura 75: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "X"

Fuente: Elaboración Propia

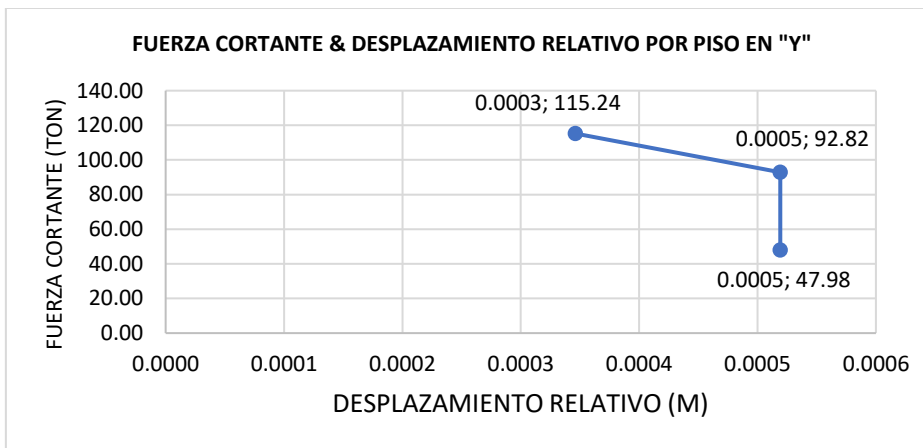


Figura 76: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "Y"

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente dando los resultados del desempeño de la edificación sin la inclusión de muros de concreto, los esfuerzos axiales en los muros X e Y, se encuentran dentro del rango $(0.15f'm = 97.5)$ permitido por la Norma E0.70, los muros están resistiendo a cargas verticales a compresión con el 25% de carga viva para análisis sísmico. Las fisuras en todos los muros verificados en el primer piso, tenemos que los muros X1, X3, X4, X5 y X6 no resisten al enfrentarse ante un sismo moderado ya que se demuestra que la resistencia $(0.55V_m)$ es menor que la fuerza cortante (VE), posteriormente analizada para un sismo global, sismo severo la sumatoria de la resistencia de los muros $(\Sigma V_m=74.58)$ es inferior a la fuerza cortante $(VE=114.22)$, se demuestra que la edificación no cuenta con una buena resistencia, incumpliendo la Norma E0.70, se tendrá en cuenta “VE” $\left[\frac{Z U S C}{R} P \right]$ con la irregularidad en planta (I_p), determinando el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas como el producto del coeficiente R_o determinado a partir de la tabla N°7(Sistemas Estructurales)E0.30 y de los factores I_a , I_p obtenidos de las tablas N°8 y N°9(Irregularidades Estructurales en planta y altura) Norma E0.30. Obteniendo el coeficiente $R=3.6$

Tabla 21.

Esfuerzos axiales para todos los pisos en los muros en X e Y

Muro	Cargas acumuladas, esfuerzo axial			0.15f'm (es el límite)
	Esfuerzo axial σ_1 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_2 (ton/m ²) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_3 (ton/m ²) con 25% de CV	
X1	28.48	17.90	7.32	97.5
X2	61.90	39.44	16.98	97.5
X3	82.45	52.51	22.56	97.5
X4	41.49	26.25	11.01	97.5
X5	25.00	14.81	4.63	97.5
X6	22.06	13.74	5.41	97.5
Y1	22.69	14.19	5.70	97.5
Y2	27.46	17.39	7.33	97.5
Y3	49.06	31.01	12.96	97.5
Y4	32.29	20.41	8.52	97.5
Y5	35.80	22.34	8.88	97.5
Y6	35.76	21.78	7.79	97.5
Y7	28.59	18.03	7.46	97.5
Y8	27.17	16.71	6.25	97.5
Y9	31.82	19.63	7.44	97.5
Y10	86.51	54.70	22.88	97.5
Y11	43.46	28.55	13.64	97.5
Y12	30.66	19.08	7.50	97.5

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver la variación del esfuerzo axial del muro X4 e Y10, los más esforzados en el primer piso con el 25% de carga viva.

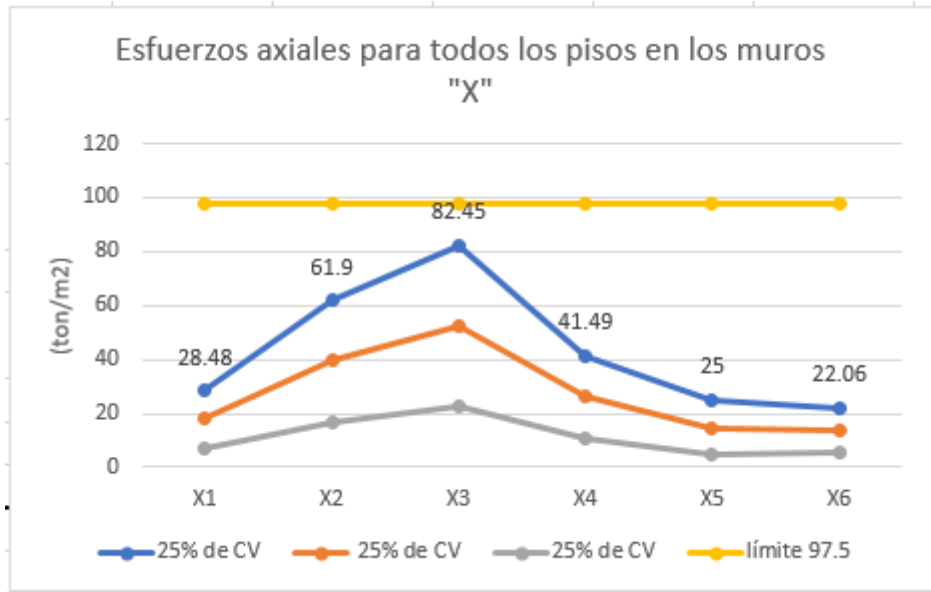


Figura 77. Esfuerzos axiales en los muros X

Fuente: Elaboración propia

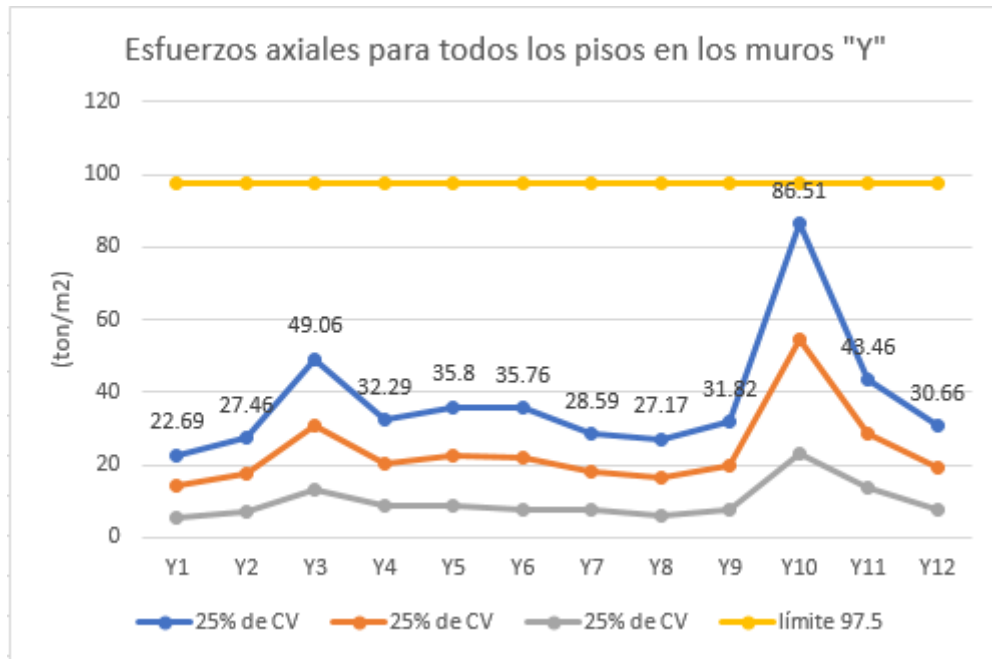


Figura 78. Esfuerzos axiales en los muros Y

Fuente: Elaboración propia

DIRECCIÓN X-X							Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	V _u (ton)	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ VE	
X1	12.39	57.90	0.40	9.74	24.78	115.79	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.	ΣV _m	VE
X2	2.59	9.24	0.34	4.18	5.17	18.48	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.	73.58	187.83
X3	9.72	39.80	0.66	15.33	19.45	79.61	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.	Reestructurar	
X4	13.43	48.32	0.86	17.12	26.87	96.65	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.		
X5	19.12	86.02	0.62	18.76	38.23	172.04	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.		
X6	8.13	43.21	0.50	8.45	16.25	86.42	Se Agrieta Ante Sismo Mod. Reest.		

Figura 79: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos sin inclusión de muros de concreto.

Fuente: Elaboración propia

DIRECCIÓN Y-Y							Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	V _e (ton)	M _e (ton-m)	α	V _m (ton)	V _u (ton)	M _u (ton-m)	V _e ≤ 0.55V _m	ΣV _m ≥ VE	
Y1	26.50	174.26	1.00	91.42	79.51	522.78	Resiste	ΣV _m	VE
Y2	7.85	42.37	0.90	26.03	23.55	127.12	Resiste	285.94	187.83
Y3	1.13	3.39	0.48	5.58	3.38	10.18	Resiste	Resistencia Correcta	
Y4	6.91	32.51	1.00	28.76	20.72	97.54	Resiste		
Y5	1.57	3.73	0.63	6.35	4.72	11.20	Resiste		
Y6	1.96	4.95	0.69	7.93	5.87	14.86	Resiste		
Y7	0.96	2.47	1.00	22.81	2.88	7.42	Resiste		
Y8	1.04	2.60	0.48	3.86	3.13	7.79	Resiste		
Y9	1.50	3.52	0.51	4.20	4.20	9.87	Resiste		
Y10	1.38	3.52	0.54	7.17	4.15	10.57	Resiste		
Y11	3.56	13.72	0.74	14.13	10.67	41.15	Resiste		
Y12	25.45	173.48	1.00	67.70	67.70	461.44	Resiste		

Figura 80: Control de fisuración en los muros X en el primer piso, cuando la estructura tiene 3 pisos sin inclusión de muros de concreto.

Fuente: Elaboración propia

Fuerza cortante (ton)			Desplazamiento relativo (m)			Rigidez lateral del entrepiso			Porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior		
EJE	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 1	Piso 2	Piso 3	1ro / 2do	2do / 3ro
X	112.70	90.58	46.34	0.0008	0.0021	0.0033	140875	43133	14042	326.6%	307.2%
Y	112.70	90.58	46.34	0.0002	0.0005	0.0007	563500	174450	66200	323.0%	263.5%

Figura 81: Irregularidad extrema de rigidez, se demuestra que la estructura no presenta irregularidad extrema de rigidez, debido a que el porcentaje de rigidez lateral > 60% del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia al corte global ΣV_m (ton)				Porcentaje de Resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior	
EJE	Piso 1	Piso 2	Piso 3	1ro / 2do	2do / 3ro
X	73.69	94.89	85.63	77.7%	110.8%
Y	286.05	292.39	232.56	97.8%	125.7%

Figura 82: Irregularidad extrema de resistencia, se demuestra que la estructura no presenta irregularidad extrema de resistencia porque el porcentaje de resistencia > al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior de acuerdo a la Norma (E.030).

Fuente: Elaboración Propia

EJE	Desplazamiento relativo (m)			Deriva máxima E.030	50 % Deriva máxima E.030	Verificando Irregularidad Torsional Extrema
	Piso 1	Piso 2	Piso 3			
X	0.0008	0.0021	0.0033	0.005	0.0025	error
Y	0.0002	0.0005	0.0007	0.005	0.0025	OK

Figura 83: Irregularidad torsional extrema, se demuestra que la estructura presenta irregularidad extrema porque el desplazamiento máximo relativo es mayor que el 50% del desplazamiento permisible indicado por la tabla 11 de la Norma E0.30 (0.005).

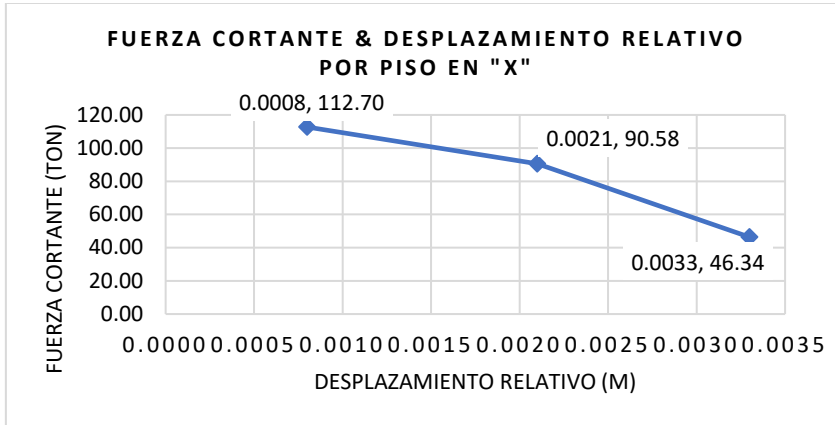


Figura 84: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "X"

Fuente: Elaboración Propia

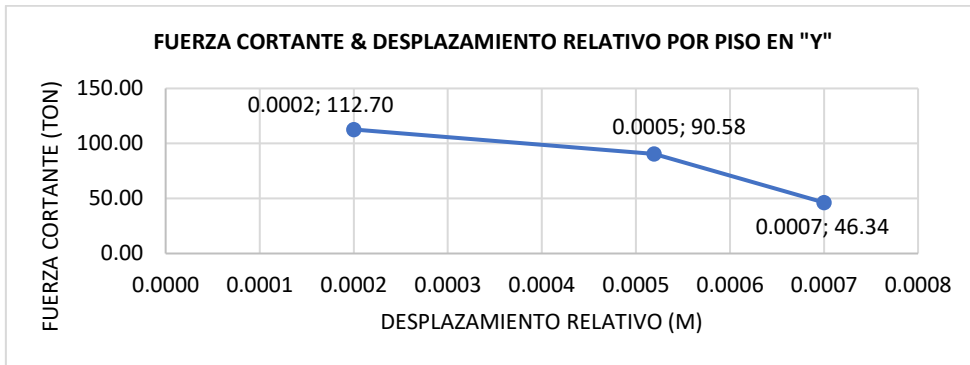


Figura 85: Fuerza cortante ante desplazamiento por piso en "Y"

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

Como conclusión del primer objetivo planteado, tenemos los resultados de los esfuerzos axiales de compresión en los muros para edificaciones de 3, 4 y 5 pisos, los esfuerzos se presentan en los muros del primer piso. Cuando la edificación tiene 3 pisos, en la dirección “X” el muro más esforzado es el (X6) con 27.1 ton/m² de esfuerzo, mientras que en la dirección “Y” el muro más esforzado es el (Y10) con 86.51 ton/m² de esfuerzo, ambos están dentro del rango permisible por la Norma E.0.70 que es 97.5 ton/m² con el 25% de carga viva para análisis sísmico. Cuando la edificación tiene 4 pisos, en la dirección “X” el muro más esforzado es el (X6) con 36.14 ton/m² de esfuerzo, mientras que en la dirección “Y” el muro más esforzado es el (Y10) con 118.32 ton/m² de esfuerzo, superando este último el esfuerzo a compresión permitido por la norma E0.70. Cuando la edificación tiene 5 pisos, en la dirección “X” el muro más esforzado es el (X6) con 38.71 ton/m² de esfuerzo, mientras que en la dirección “Y” el muro más esforzado es el (Y10) con 150.13 ton/m² de esfuerzo, superando este último el esfuerzo a compresión permitido por la norma E0.70.

En la segunda conclusión, la verificación de la fisuración por corte en los muros para evitar la falla en el primer piso de un edificio de albañilería confinada cuando tiene 3 pisos ante un sismo moderado ($V_e \leq 0.55V_m$) si se cumple, ya que la resistencia a la fuerza cortante independiente para todos los muros en “X” e “Y” es mayor que la fuerza cortante independiente para cada muro, además, se ha podido verificar con éxito que la estructura muestra un adecuado comportamiento al enfrentarse ante un sismo severo puesto que se cumplen que la sumatoria de la

resistencia en “X” es 155.31ton. y la resistencia en “Y” es 286.42ton. demostrándose que es superior a la fuerza cortante que es 115.24ton. por sismo severo ($\Sigma V_m \geq V_E$), se cumple, resiste la estructura, tal como se muestra en las cifras. Sin embargo para los edificios de 4 y 5 pisos de albañilería confinada ante un sismo moderado ($V_e \leq 0.55V_m$) no cumple, no resiste la estructura porque los muros X4, X5 y X6 se fisuran y ante un sismo severo ($\Sigma V_m \geq V_E$) tenemos que para la edificación cuando tiene 4 pisos la sumatoria a la resistencia en “X” es 135.16ton. y para “Y” es 297.92ton. superando la fuerza cortante global que es 449.69ton. no resiste la estructura, se tiene que reestructurar, cuando la edificación tiene 5 pisos la sumatoria a la resistencia en “Y” es 303.48ton. y en “X” es 143.42ton. superando la fuerza cortante global que es 265.90ton.

Continuando con los resultados finalmente podemos decir que el desempeño de la estructura de albañilería sin muros de concreto, en cuanto a la variación de esfuerzos axiales de compresión en la dirección “X” el muro más esforzado es el (X3) con 82.45 ton/m² de esfuerzo, mientras que en la dirección “Y” el muro más esforzado es el (Y10) con 86.51 ton/m² de esfuerzo, ambos están dentro del rango permisible por la Norma E.0.70 que es 97.5 ton/m² con el 25% de carga viva para análisis sísmico. La verificación de la fisuración por corte en los elementos estructurales sin inclusión de muros de concreto en el primer piso ante un sismo moderado ($V_e \leq 0.55V_m$) no se cumple, puesto que la resistencia a la fuerza cortante independiente para todos los muros en “X” e “Y” es mayor que la fuerza cortante independiente para cada muro, se fisuran todos los muros en “X”, además, se ha podido verificar que la estructura no cuenta con un buen desempeño al enfrentarse ante un sismo severo puesto que la sumatoria de la resistencia en “X” es

73.58ton. demostrándose que es superior a la fuerza cortante que es 187.83ton. por sismo severo ($\Sigma V_m \geq V_E$), no se cumple, hay que reestructurar la estructura, tal como se muestra en las cifras.

4.2 Discusiones

A pesar que la Norma E.070 indica en (6.2.5) que Cuando en cualquiera de las direcciones no exista el área suficiente de muros para satisfacer los requisitos de la Sección (densidad de muros), se deberá suplir la deficiencia mediante pórticos, muros de concreto armado o la combinación de ambos. Se obtuvo que no fue suficiente cuando se verifica la cortante global para la estructura cuando tiene 4 y 5 pisos con esta configuración arquitectónica típica que se desarrolló en esta investigación.

Otro punto importante es que los esfuerzos axiales a compresión para efectos sísmicos en los muros cuando la estructura tiene 3 pisos sin inclusión de muros de concreto si están dentro del rango permitido por la norma.

En configuraciones típicas de viviendas, siempre existe una menor rigidez en el sentido corto que prácticamente nos obliga a utilizar muros de concreto en esa dirección.

4.3 Recomendaciones

Se recomienda que para este tipo de configuraciones arquitectónicas de albañilería confinada se incluya muros de concreto para darle mejor rigidez a la estructura.

Otra recomendación es que en estos casos se construya hasta 3 pisos porque se demuestra que los muros del primer piso no se fisuran ante un sismo moderado y severo.

También se recomienda analizar la estructura con unidades de albañilería artesanal.

REFERENCIAS

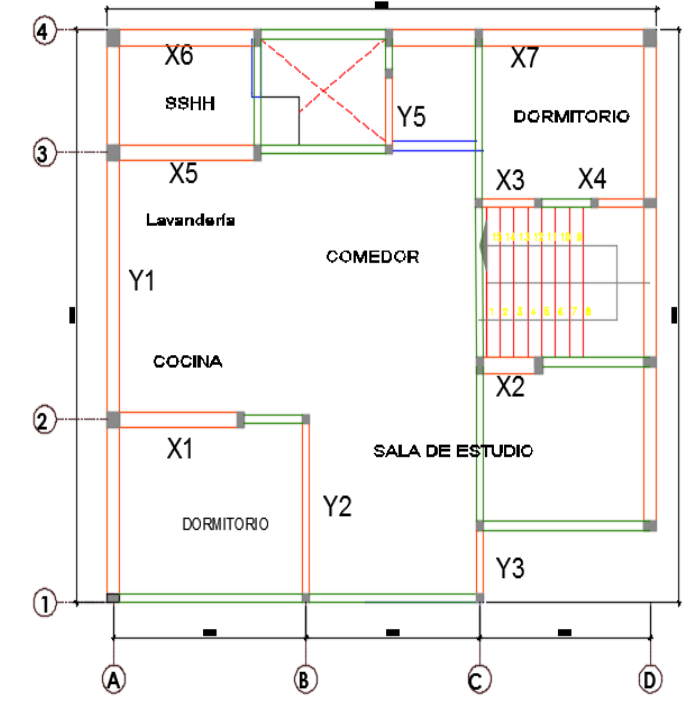
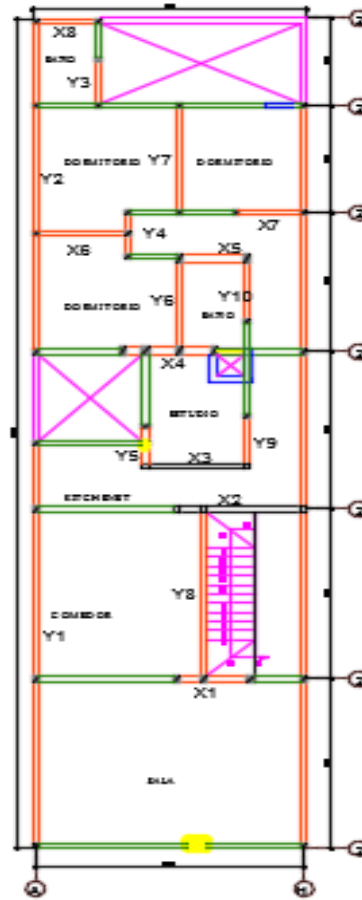
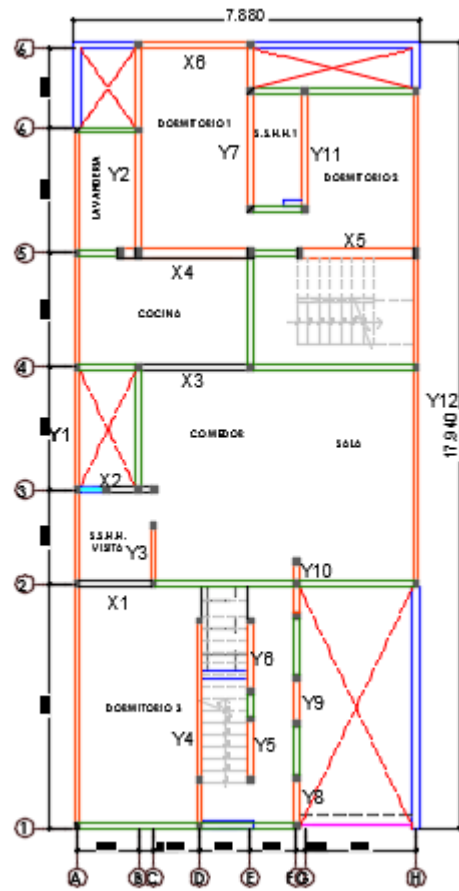
- Barreto, J. (2019). Analisis sismico comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañileria confinada para la construccion de un edificio de viviendas multifamiliares en el distrito de Surquillo. *Tesis de grado*. Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima.
- Escamillo, J. (2017). Diseño estructural de una edificacion de albañileria confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, la Libertad. (*Tesis de grado*). Universidad Antenor Orrego, Trujillo.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico DF: Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Hernandez, L. (2012). Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañileria confinada. *Tesis de grado*. Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima.
- Iparraguirre, Y. (2014). Comportamientos sismicos de muros de albañileria confinada tipo Haiti, ensayo de cargas lateral y verticar. *Tesis de grado*. Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima.
- Norma Tecnica E.020 Cargas. (9 de Junio de 2006). Diario Oficial el Peruano. Lima, Peru.
- Norma Tecnica E.030 Sismo Resistente. (22 de Octubre de 2018). Diario Oficial el Peruano. Lima, Lima, Peru.
- Norma Tecnica E.060 Concreto Armado. (23 de Mayo de 2006). El Peruano. Lima, Peru.
- Norma Tecnica E.070 Albañileria. (10 de Junio de 2006). El Peruano. Lima, Peru.
- Resolucion Ministerial 355-2018-vivienda. (22 de Octubre de 2018). Diario Oficial el Peruano. Lima, Lima, Peru.
- San Bartolome, A. (2006). *Ejemplo de aplicacion de la norma E.070 en el diseño de un edificio de albañileria confinada*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- San Bartolome, A., Quium, D., & Silva, W. (2018). *Diseño y construccion de estructuras sismoresistentes de albañileria*. Lima, Peru: Fondo editorial Pontificia Universidad Catolica del Peru.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

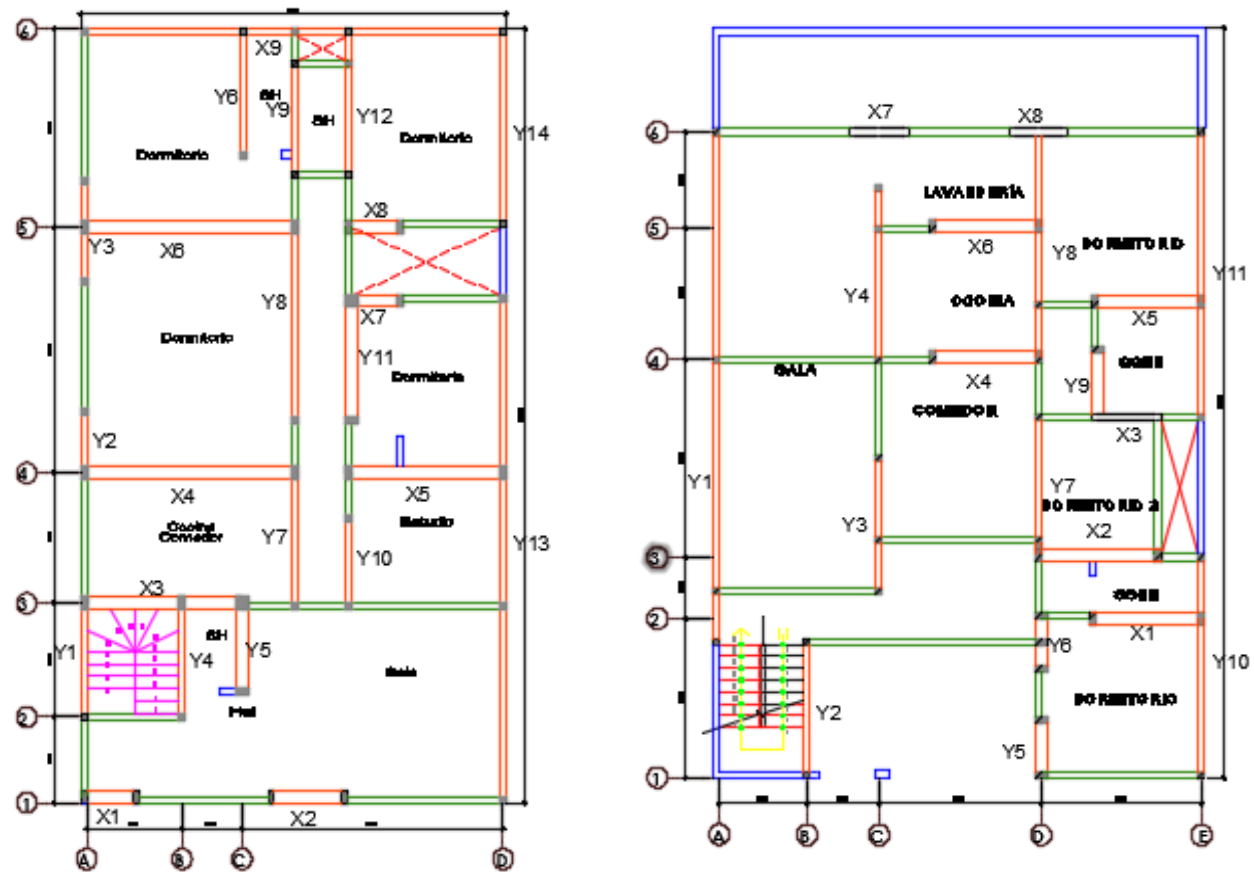
ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO PARA DETERMINAR LA FALLA POR CORTE EN EL PRIMER PISO DE UNA VIVIENDA TÍPICA, SANTA ANITA - LIMA 2019*	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables $y=f(x)$	Dimensiones	Indicadores	Diseño de la investigación
	<p>Problema general:</p> <p>¿Cómo realizar el análisis estructural y sísmico en para determinar la falla por corte en el primer piso en una vivienda típica en Santa Anita?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Análisis estructural y sísmico para determinar la falla por corte en el primer piso en una vivienda típica en Santa Anita - Lima 2019.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El análisis estructural y sísmico de una vivienda típica en Santa Anita determina la falla por corte en el primer piso.</p>	<p>Variable independiente (x):</p> <p>Análisis estructural y sísmico</p>	<p>Cargas de gravedad y <u>sísmicas</u></p>	<p>Análisis Sísmico</p> <p>SAP2000</p> <p>Especialistas capacitados en análisis y diseño <u>sismorresistente</u></p>	<p>Tipo: Investigación explicativa, Aplicada.</p> <p>Método: Enfoque Cuantitativa</p> <p>En tiempo: Transversal</p>
<p>Problemas específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cómo determinar la variación de los esfuerzos axiales en los muros de la estructura tiene 3, 4 y 5 pisos? ¿Cómo determinar la falla por corte en el primer piso para evitar el colapso de la estructura en sismo moderado y sismo severo? ¿Cómo determinar el desempeño estructural de albañilería sin muros de concreto para sismo moderado y sismo severo? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar la variación de los esfuerzos axiales en los muros de la estructura cuando tiene 3, 4 y 5 pisos. Determinar la falla por corte en el primer piso para evitar el colapso de la estructura en sismo moderado y sismo severo. Determinar el desempeño estructural de albañilería sin muros de concreto para sismo moderado y sismo severo. 	<p>Hipótesis específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> Existe variación de los esfuerzos axiales cuando la estructura tiene 3, 4 y 5 pisos. Existe la falla por corte en el primer piso para evitar el colapso de la estructura en sismo moderado y sismo severo. La adición de muros de concreto optimiza el desempeño estructural de la albañilería para sismo moderado y sismo severo. 	<p>Variable dependiente (y):</p> <p>Falla por corte en el primer piso</p>	<p>Resistencia al corte (V_{Rd}) y control de <u>fisuración</u></p>	<p>Método de pórticos planos</p> <p>Especialistas capacitados en análisis y diseño sismorresistente</p>		

Fuente: Elaboración propia



Configuraciones Arquitectónicas

Fuente: Arq. Jorge Vargas



Configuraciones Arquitectónicas

Fuente: Arq. Jorge Vargas

Verificación fuerza cortante de la estructura de 3 pisos con el 100% de carga viva en el primer piso

Cargas de gravedad acumuladas						f' m (ton/m2)= 650 ton/m2			f' c (ton/m2)= 1750 ton/m2			$\sigma_m = \frac{P_m}{L.t} \leq 0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$				
Cargas de gravedad acumuladas (ton): Pg = PD + 100%PL						Cargas por nive			Cargas acumuladas, esfuerzo axial							
Muro	Azotea	Piso típico	Piso 3	Piso 2	Piso 1	Esfuerzo axial σ_{m1} (ton/m2) con 100% de CV	Esfuerzo axial σ_{m2} (ton/m2) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_{m3} (ton/m2) con 25% de CV	Resistencia admisible a compresión (Fa)	0.15f' m (es el límite)	Fa < 0.15 f' m	$\sigma_m < Fa$	0.05f' m	Usar refuerzo 1er piso	Usar refuerzo 2do piso	Usar refuerzo 3er piso
X1	2.84	4.34	2.84	7.19	11.53	8.03	5.01	1.98	128.93	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
X2	2.87	4.24	2.87	7.12	11.36	12.29	7.70	3.11	128.93	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
X3	8.63	12.64	8.63	21.27	33.91	16.37	10.27	4.16	128.93	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
X4	4.72	8.38	4.72	13.10	21.48	30.23	18.44	6.65	117.96	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
X5	4.55	4.97	4.55	9.51	14.48	22.66	14.89	7.12	117.96	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
X6	3.83	2.99	3.83	6.81	9.80	29.42	20.45	11.48	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y1	12.14	18.54	12.14	30.68	49.21	24.61	15.34	6.07	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y2	4.87	6.95	4.87	11.82	18.77	30.86	19.44	8.01	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y3	2.62	3.81	2.62	6.43	10.24	56.49	35.47	14.45	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar
Y4	5.64	8.16	5.64	13.80	21.96	36.60	23.00	9.39	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y5	1.80	2.80	1.80	4.60	7.40	39.46	24.54	9.61	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y6	1.85	3.34	1.85	5.18	8.52	38.96	23.70	8.44	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y7	3.94	5.76	3.94	9.69	15.45	31.90	20.01	8.12	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y8	0.99	1.68	0.99	2.67	4.36	29.05	17.83	6.62	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y9	1.20	1.99	1.20	3.19	5.19	34.57	21.28	7.99	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y10	4.45	6.49	4.45	10.94	17.43	101.41	63.64	25.86	89.23	97.5	CUMPLE	REESTRUCTURAR	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar
Y11	5.23	6.07	5.23	11.30	17.38	48.96	31.85	14.74	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y12	11.64	18.40	11.64	30.04	48.43	34.02	21.10	8.17	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar

Fuente: Elaboración propia

Verificación fuerza cortante de la estructura de 4 pisos con el 100% de carga viva en el primer piso

Fuente: Elaboración propia

Cargas de gravedad acumuladas							f'm (ton/m2)=	650 ton/m2	$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35 t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_m$										
Cargas de gravedad acumuladas (ton): Pg = PD + 100%PL							f'c (ton/m2)=	1750 ton/m2											
Cargas por nivel		Cargas acumuladas, esfuerzo axial																	
Muro	Azotea	Piso típico	Piso 4	Piso 3	Piso 2	Piso 1	Esfuerzo axial σ_{m1} (ton/m2) con 100% de CV	Esfuerzo axial σ_{m2} (ton/m2) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_{m3} (ton/m2) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ_{m4} (ton/m2) con 25% de CV	Resistencia admisible a compresión (Fa)	0.15f'm (es el límite)	Fa < 0.15 f'm	$\sigma_m < Fa$	0.05f'm	Usar refuerzo 1er piso	Usar refuerzo 2do piso	Usar refuerzo 3er piso	Usar refuerzo 4to piso
X1	2.84	4.00	2.84	6.85	10.85	14.85	10.34	7.55	4.77	1.98	128.93	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar
X2	2.87	4.02	2.87	6.89	10.92	14.94	16.17	11.81	7.46	3.11	128.93	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar
X3	8.63	12.15	8.63	20.77	32.92	45.06	21.76	15.89	10.03	4.16	128.93	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar
X4	4.72	8.38	4.72	13.10	21.48	29.86	42.02	30.23	18.44	6.65	117.96	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar
X5	4.55	4.97	4.55	9.51	14.48	19.44	30.43	22.66	14.89	7.12	117.96	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar
X6	3.83	2.99	3.83	6.81	9.80	12.79	38.39	29.42	20.45	11.48	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar
Y1	12.14	18.54	12.14	30.68	49.21	67.75	33.88	24.61	15.34	6.07	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar
Y2	4.87	6.95	4.87	11.82	18.77	25.71	42.29	30.86	19.44	8.01	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar
Y3	2.62	3.81	2.62	6.43	10.24	14.05	77.51	56.49	35.47	14.45	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y4	5.64	8.16	5.64	13.80	21.96	30.12	50.20	36.60	23.00	9.39	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y5	1.80	2.80	1.80	4.60	7.40	10.20	54.38	39.46	24.54	9.61	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y6	1.85	3.34	1.85	5.18	8.52	11.86	54.22	38.96	23.70	8.44	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y7	3.94	5.76	3.94	9.69	15.45	21.21	43.79	31.90	20.01	8.12	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar
Y8	0.99	1.68	0.99	2.67	4.36	6.04	40.26	29.05	17.83	6.62	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar
Y9	1.20	1.99	1.20	3.19	5.19	7.18	47.87	34.57	21.28	7.99	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y10	4.45	6.49	4.45	10.94	17.43	23.92	139.18	101.41	63.64	25.86	89.23	97.5	CUMPLE	REESTRUCTURAR	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y11	5.23	6.07	5.23	11.30	17.38	23.45	66.08	48.96	31.85	14.74	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar
Y12	11.64	18.40	11.64	30.04	48.43	66.83	46.94	34.02	21.10	8.17	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar

Verificación fuerza cortante de la estructura de 5 pisos con el 100% de carga viva en el primer piso

Cargas de gravedad acumuladas														f'm (ton/m2)= 650 ton/m2									
Cargas de gravedad acumuladas (ton): Pg = PD + 100%PL														f'c (ton/m2)= 1750 ton/m2									
Cargas por nivel																							
Muro	Azotea	Piso típico	Piso 5	Piso 4	Piso 3	Piso 2	Piso 1	Esfuerzo axial σ1 (ton/m2) con 100% de CV	Esfuerzo axial σ2 (ton/m2) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ3 (ton/m2) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ4 (ton/m2) con 25% de CV	Esfuerzo axial σ5 (ton/m2) con 25% de CV	Resistencia admisible a compresión (Fa)	0.15f'm (es el límite)	Fa < 0.15 f'm	σm < Fa	0.05f'm	Usar refuerzo 1er piso	Usar refuerzo 2do piso	Usar refuerzo 3er piso	Usar refuerzo 4to piso	Usar refuerzo 5to piso	
X1	3.02	4.34	3.02	7.36	11.70	16.05	20.39	14.20	11.17	8.15	5.12	2.10	128.93	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
X2	2.98	4.24	2.98	7.23	11.47	15.71	19.95	21.59	17.00	12.41	7.82	3.23	128.93	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
X3	8.87	12.64	8.87	21.51	34.15	46.79	59.43	28.69	22.59	16.49	10.39	4.28	128.93	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
X4	5.56	8.38	5.56	13.94	22.32	30.70	39.08	54.98	43.19	31.40	19.62	7.83	117.96	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
X5	3.17	4.97	3.17	8.14	13.10	18.07	23.03	36.05	28.28	20.51	12.74	4.96	117.96	97.5	REESTRUCTURAR	CUMPLE	32.5	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
X6	1.91	2.99	1.91	4.90	7.89	10.87	13.86	41.61	32.64	23.67	14.70	5.73	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y1	12.14	18.54	12.14	30.68	49.21	67.75	86.29	43.15	33.88	24.61	15.34	6.07	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y2	4.87	6.95	4.87	11.82	18.77	25.71	32.66	53.72	42.29	30.86	19.44	8.01	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y3	2.62	3.81	2.62	6.43	10.24	14.05	17.86	98.54	77.51	56.49	35.47	14.45	89.23	97.5	CUMPLE	REESTRUCTURAR	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y4	5.64	8.16	5.64	13.80	21.96	30.12	38.28	63.81	50.20	36.60	23.00	9.39	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y5	1.80	2.80	1.80	4.60	7.40	10.20	12.99	69.30	54.38	39.46	24.54	9.61	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y6	1.85	3.34	1.85	5.18	8.52	11.86	15.20	69.49	54.22	38.96	23.70	8.44	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y7	3.94	5.76	3.94	9.69	15.45	21.21	26.97	55.67	43.79	31.90	20.01	8.12	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y8	0.99	1.68	0.99	2.67	4.36	6.04	7.72	51.47	40.26	29.05	17.83	6.62	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y9	1.20	1.99	1.20	3.19	5.19	7.18	9.17	61.16	47.87	34.57	21.28	7.99	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y10	4.45	6.49	4.45	10.94	17.43	23.92	30.41	176.95	139.18	101.41	63.64	25.86	89.23	97.5	CUMPLE	REESTRUCTURAR	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y11	5.23	6.07	5.23	11.30	17.38	23.45	29.52	83.19	66.08	48.96	31.85	14.74	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	
Y12	11.64	18.40	11.64	30.04	48.43	66.83	85.23	59.86	46.94	34.02	21.10	8.17	89.23	97.5	CUMPLE	CUMPLE	32.5	REFORZAR	REFORZAR	no reforzar	no reforzar	no reforzar	

Fuente: Elaboración propia

Verificación fuerza cortante cuando la estructura tiene 5 pisos, hoja de cálculo completa.

PISO = 1														VERIFICACION 1 Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)		VERIFICACIÓN 3 La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo		
DIRECCIÓN X-X														Ve ≤ 0.55V _m		ΣV _m ≥ VE		
Muro	L(m)	t(m)	V _m (ton/m ²)	P _g (ton)	Ve(ton)	Me(ton-m)	α	V _m (ton)	0.55V _m con 5%de error	V _{m1} /Ve ₁	V _u (ton)	V _m (ton) con 5% de error	M _u (ton-m)					
X1	1.87	0.23	81	12.22	7.54	35.14	0.40	9.76	5.64	2.00	15.07	10.25	70.28	SE AGRIETA ANTE SISMO MODERAD-REESTRUCTURAR	ΣV _m	VE		
X2	1.20	0.13	81	9.29	1.57	5.61	0.34	4.18	2.41	2.66	4.18	4.39	14.90	RESISTE	74.58	114.22		
X3	2.69	0.13	81	27.72	5.91	24.16	0.66	15.34	8.86	2.59	15.34	16.11	62.68	RESISTE	REESTRUCTURAR			
X4	3.09	0.13	81	16.02	8.16	29.32	0.86	17.14	9.90	2.10	17.14	18.00	61.57	RESISTE				
X5	2.78	0.23	81	15.97	11.62	52.20	0.62	19.68	11.37	2.00	23.25	20.67	104.39	SE AGRIETA ANTE SISMO MODERAD-REESTRUCTURAR				
X6	2.67	0.13	81	7.35	4.94	26.22	0.50	8.47	4.89	2.00	9.89	8.89	52.43	SE AGRIETA ANTE SISMO MODERAD-REESTRUCTURAR				
PISO = 1														VERIFICACION 1 Fuerza Cortante Admisible (0.55V _m) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)		VERIFICACIÓN 3 La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo		
DIRECCIÓN Y-Y														Ve ≤ 0.55V _m		ΣV _m ≥ VE		
Muro	L(m)	t(m)	V _m (ton/m ²)	P _g (ton)	Ve(ton-m)	Me(ton-m)	α	V _m (ton)	0.55V _m con 5%de error	V _{m1} /Ve ₁	V _u (ton)	V _m (ton) con 5% de error	M _u (ton-m)					
Y1	16.00	0.13	81	45.37	10.23	67.09	1.00	91.42	52.79	3.00	30.69	95.99	201.26	RESISTE	ΣV _m	VE		
Y2	4.86	0.13	81	16.70	3.03	16.32	0.90	26.09	15.07	3.00	9.09	27.39	48.96	RESISTE	286.05	114.22		
Y3	1.45	0.13	81	8.89	0.44	1.31	0.48	5.59	3.23	3.00	1.31	5.87	3.93	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA			
Y4	4.80	0.13	81	19.38	2.67	12.53	1.00	28.76	16.61	3.00	8.00	30.19	37.58	RESISTE				
Y5	1.50	0.13	81	6.71	0.61	1.44	0.63	6.35	3.67	3.00	1.82	6.67	4.32	RESISTE				
Y6	1.75	0.13	81	7.82	0.76	1.91	0.69	7.94	4.58	3.00	2.27	8.33	5.73	RESISTE				
Y7	3.88	0.13	81	13.85	0.37	0.95	1.00	22.81	13.17	3.00	1.11	23.95	2.86	RESISTE				
Y8	1.20	0.13	81	4.08	0.40	1.00	0.48	3.87	2.23	3.00	1.21	4.06	3.00	RESISTE				
Y9	1.20	0.13	81	4.77	0.58	1.36	0.51	4.21	2.43	3.00	1.73	4.42	4.07	RESISTE				
Y10	1.38	0.13	81	14.87	0.53	1.36	0.54	7.18	4.15	3.00	1.60	7.54	4.08	RESISTE				
Y11	2.84	0.13	81	15.42	1.37	5.29	0.74	14.15	8.17	3.00	4.12	14.86	15.87	RESISTE				
Y12	11.39	0.13	81	43.65	9.82	66.78	1.00	67.70	39.10	3.00	29.47	71.09	200.33	RESISTE				

Fuente: Elaboración propia

Verificación fuerza cortante cuando la estructura tiene 4 pisos, hoja de cálculo completa.

				PISO = 1	DIRECCIÓN X-X										VERIFICACION 1 Fuerza Cortante Admisible (0.55Vm) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	VERIFICACIÓN 3 La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	L(m)	t(m)	V'm(t on/m ²)	Pg (ton)	Ve(ton)	Me(ton- m)	α	Vm(ton)	0.55Vm con 5% de error	Vm1/Ve1	Vu(ton)	Vm(ton) con 5% de error	Mu(ton-m)	Ve \leq 0.55Vm	$\Sigma Vm \geq VE$		
X1	1.87	0.77	81	13.53	13.34	72.11	0.35	23.18	13.38	2.00	26.68	24.34	144.21	RESISTE	ΣVm	VE	
X2	1.20	0.77	81	12.65	3.52	15.03	0.33	15.38	8.88	3.00	10.57	16.15	45.10	RESISTE	135.16	449.69	
X3	2.69	0.77	81	37.79	23.66	126.73	0.50	50.82	29.35	2.15	50.82	53.36	272.22	RESISTE	REESTRUCTURAR		
X4	3.09	0.23	81	26.57	17.50	98.34	0.55	21.94	12.67	2.00	34.99	23.03	196.67	SE AGRIETA ANTE SISMO MODERAD- REESTRUCTURAR			
X5	2.78	0.23	81	18.23	14.75	89.00	0.46	16.11	9.30	2.00	29.51	16.91	178.00	SE AGRIETA ANTE SISMO MODERAD- REESTRUCTURAR			
X6	2.67	0.13	81	12.04	6.45	46.76	0.37	7.73	4.46	2.00	12.90	8.12	93.51	SE AGRIETA ANTE SISMO MODERAD- REESTRUCTURAR			
				PISO = 1	DIRECCIÓN Y-Y										Ve \leq 0.55Vm	$\Sigma Vm \geq VE$	
Muro	L(m)	t(m)	V'm(t on/m ²)	Pg (ton)	Ve(ton- m)	Me(ton- m)	α	Vm(ton)	0.55Vm con 5% de error	Vm1/Ve1	Vu(ton)	Vm(ton) con 5% de error	Mu(ton-m)	Ve \leq 0.55Vm	ΣVm	VE	
Y1	16.00	0.125	81	62.47	24.04	199.08	1.00	95.35	55.06	3.00	72.12	100.12	597.23	RESISTE	ΣVm	VE	
Y2	4.86	0.125	81	22.82	6.88	42.88	0.78	24.46	14.12	3.00	20.63	25.68	128.63	RESISTE	297.92	449.69	
Y3	1.45	0.125	81	12.16	0.37	1.25	0.43	5.96	3.44	3.00	1.11	6.25	3.74	RESISTE	REESTRUCTURAR		
Y4	4.80	0.125	81	26.58	5.96	31.91	0.90	27.90	16.11	3.00	17.88	29.29	95.73	RESISTE			
Y5	1.50	0.125	81	9.24	1.32	3.38	0.59	6.57	3.79	3.00	3.96	6.90	10.15	RESISTE			
Y6	1.75	0.125	81	10.88	0.04	0.06	1.00	11.36	6.56	3.00	0.13	11.93	0.19	RESISTE			
Y7	3.88	0.125	81	18.97	0.74	2.20	1.00	23.99	13.85	3.00	2.23	25.19	6.59	RESISTE			
Y8	1.20	0.125	81	5.64	0.86	2.31	0.45	4.02	2.32	3.00	2.59	4.22	6.94	RESISTE			
Y9	1.20	0.125	81	6.60	1.26	3.15	0.48	4.43	2.56	3.00	3.77	4.65	9.46	RESISTE			
Y10	1.38	0.125	81	20.34	1.15	3.15	0.50	8.17	4.72	3.00	3.45	8.58	9.46	RESISTE			
Y11	2.84	0.125	81	20.71	2.99	12.88	0.66	14.24	8.22	3.00	8.97	14.95	38.64	RESISTE			
Y12	11.39	0.125	81	60.14	22.43	201.04	1.00	71.49	41.29	3.00	67.30	75.07	603.13	RESISTE			

Fuente: Elaboración propia

Verificación fuerza cortante cuando la estructura tiene 3 pisos, hoja de cálculo completa.

				PISO = 1	DIRECCIÓN X-X									VERIFICACION 1 Fuerza Cortante Admisible (0.55Vm) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	VERIFICACIÓN 3 La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	L(m)	t(m)	V'm(ton/m ²)	Pg (ton)	Ve(ton)	Me(ton-m)	α	Vm(ton)	0.55Vm con 5%de error	Vm1/Ve1	Vu(ton)	Vm(ton) con 5% de error	Mu(ton-m)	Ve ≤ 0.55Vm	ΣVm ≥ VE	
X1	1.87	0.77	81	10.59	8.11	34.35	0.44	28.04	16.19	3.00	24.33	29.44	103.06	RESISTE	ΣVm	VE
X2	1.20	0.77	81	9.73	2.15	7.49	0.34	15.14	8.74	3.00	6.45	15.89	22.46	RESISTE	155.31	115.24
X3	2.69	0.77	81	28.71	14.58	60.85	0.64	60.67	35.04	3.00	43.74	63.70	182.56	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA	
X4	3.09	0.23	81	19.13	9.59	42.48	0.70	24.48	14.14	2.55	24.48	25.71	108.43	RESISTE		
X5	2.78	0.23	81	13.61	8.20	38.85	0.59	18.31	10.58	2.23	18.31	19.23	86.71	RESISTE		
X6	2.67	0.13	81	9.26	3.82	21.01	0.48	8.67	5.01	2.27	8.67	9.10	47.67	RESISTE		
				PISO = 1	DIRECCIÓN Y-Y									Ve ≤ 0.55Vm	ΣVm ≥ VE	
Muro	L(m)	t(m)	V'm(ton/m ²)	Pg (ton)	Ve(ton-m)	Me(ton-m)	α	Vm(ton)	0.55Vm con 5%de error	Vm1/Ve1	Vu(ton)	Vm(ton) con 5% de error	Mu(ton-m)	Ve ≤ 0.55Vm	ΣVm ≥ VE	
Y1	16.00	0.125	81	45.45	17.30	110.35	1.00	91.43	52.80	3.00	51.90	96.00	331.05	RESISTE	ΣVm	VE
Y2	4.86	0.125	81	16.70	5.10	27.09	0.92	26.39	15.24	3.00	15.30	27.71	81.27	RESISTE	286.42	115.24
Y3	1.45	0.125	81	8.89	0.73	2.18	0.49	5.61	3.24	3.00	2.19	5.89	6.55	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA	
Y4	4.80	0.125	81	19.43	4.45	20.81	1.00	28.77	16.61	3.00	13.36	30.21	62.42	RESISTE		
Y5	1.50	0.125	81	6.71	1.01	2.39	0.63	6.35	3.67	3.00	3.03	6.67	7.17	RESISTE		
Y6	1.75	0.125	81	7.82	1.25	3.17	0.69	7.93	4.58	3.00	3.76	8.33	9.51	RESISTE		
Y7	3.88	0.125	81	13.85	0.58	1.58	1.00	22.81	13.17	3.00	1.75	23.95	4.75	RESISTE		
Y8	1.20	0.125	81	4.08	0.66	1.66	0.48	3.86	2.23	3.00	1.99	4.05	4.97	RESISTE		
Y9	1.20	0.125	81	4.77	0.95	2.24	0.51	4.20	2.43	3.00	2.86	4.41	6.73	RESISTE		
Y10	1.38	0.125	81	14.87	0.88	2.25	0.54	7.17	4.14	3.00	2.64	7.53	6.74	RESISTE		
Y11	2.84	0.125	81	15.42	2.28	8.72	0.74	14.21	8.20	3.00	6.83	14.92	26.16	RESISTE		
Y12	11.39	0.125	81	43.65	16.07	110.93	1.00	67.70	39.10	3.00	48.22	71.09	332.79	RESISTE		

Fuente: Elaboración propia




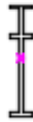



















NUMERO	SECCIONES REALES	SECCIONES TRANSFORMADAS	SECCIONES TRANSFORMADAS	CORTE DE GRABADO
X1				
X2				
X3				
X4				
X5				
X6				

Secciones Transformadas de todos los muros en X e Y

Fuente: Elaboración propia

Y1				
Y2				
Y3				
Y4				
Y5				
Y6				

Secciones Transformadas de todos los muros en Y

Y7				
Y8				
Y9				
Y10				
Y11				
Y12				

Fuente: Elaboración propia

Tablas utilizadas para las unidades de albañilería

TABLA 9 (**)				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Silice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

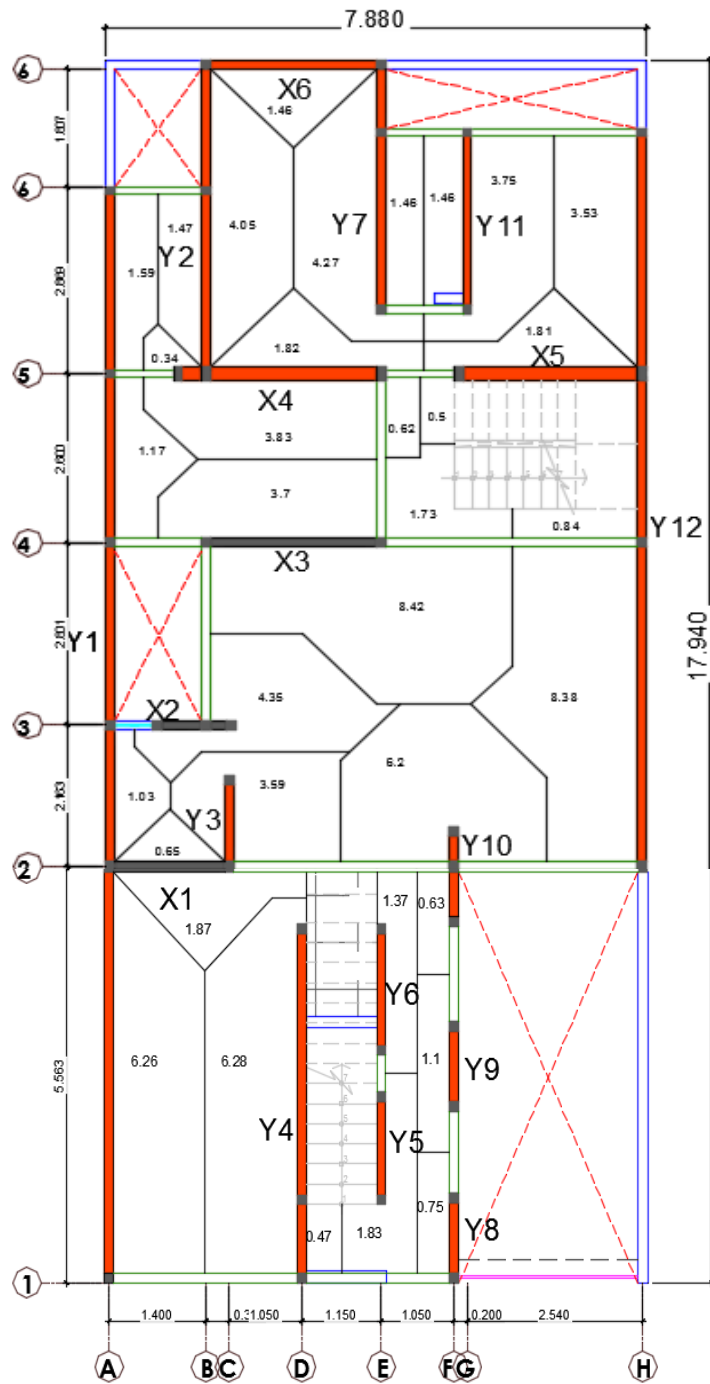
Fuente: Norma E.070

TABLA 2			
LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

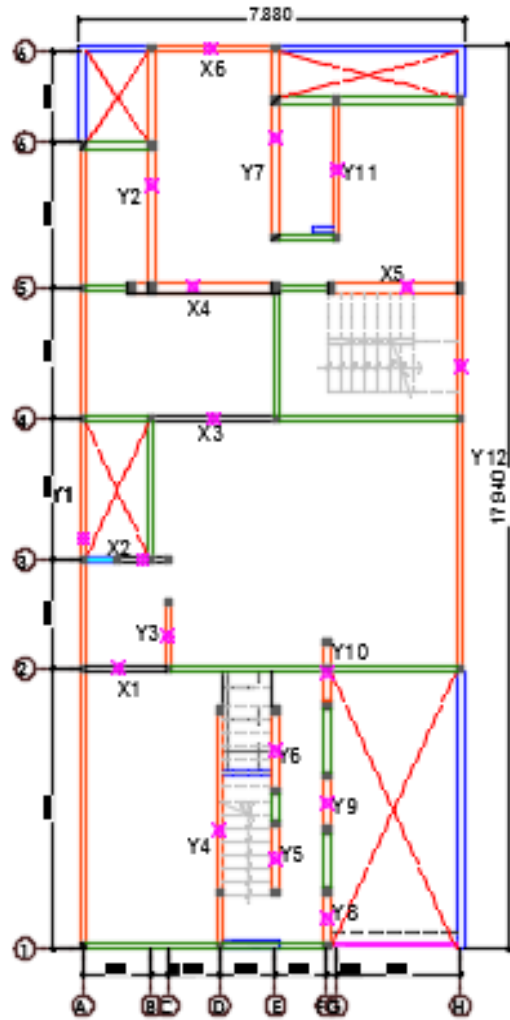
Fuente: Norma E.070

Método del sobre para sacar áreas tributarias



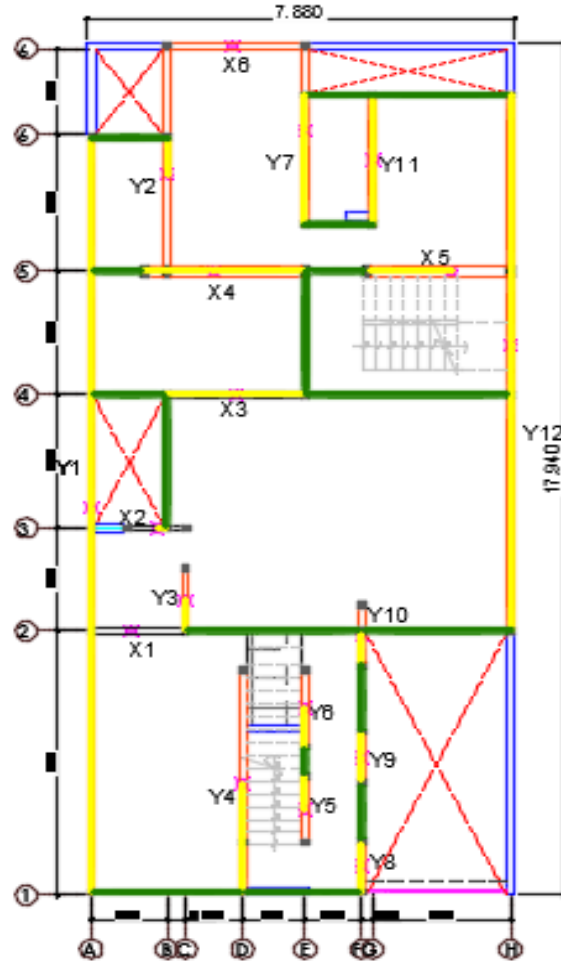
Fuente: Elaboración propia

Centro de gravedad de cada sección



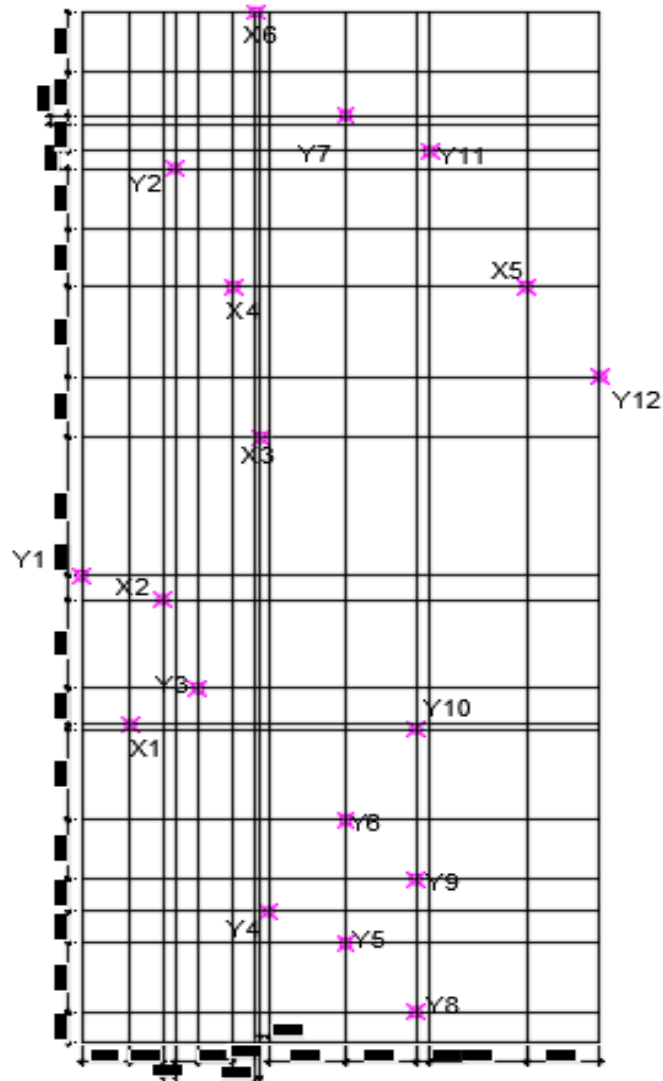
Fuente: Elaboración propia

Brazos rígidos y dinteles



Fuente: Elaboración propia

Ejes para el modelo en software SAP 2000



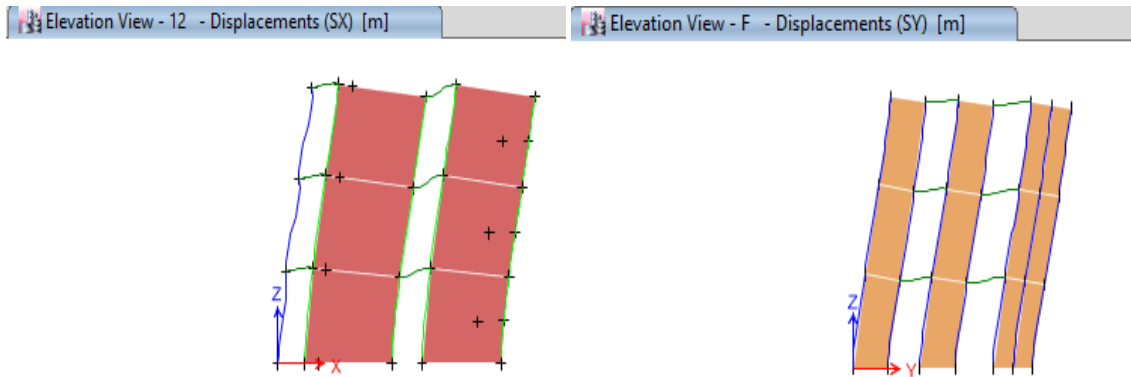
Fuente: Elaboración propia

Estructura realizada en software ETABS

Desplazamientos laterales sismo X			
Nivel	Centro de masas		DI =KxRxd/h
	D (m)	d(m)	
5			
4			
3	0.0022	0.000839	0.0015
2	0.0013	0.000853	0.0015
1	0.0005	0.000488	0.0008

Desplazamientos laterales sismo Y			
Nivel	Centro de masas		DI =KxRxd/h
	D (m)	d(m)	
5			
4			
3	0.00062	0.00019	0.0003
2	0.00043	0.000235	0.0004
1	0.00020	0.000195	0.0003

Se puede observar en ambos casos que las distorsiones inelásticas son menores que 0.005



Fuente: Elaboración propia

Fuerzas internas V_e (ton) y M_e (ton-m) ante sismo moderado X						
Muro	Piso 1		Piso 2		Piso 3	
	V_e	M_e	V_e	M_e	V_e	M_e
X1	10.25	26.05	7.34	12.23	2.03	2.27
X2	2.87	7.67	0.14	0.22	-0.04	-0.12
X3	15.97	55.74	9.14	18.57	0.95	-0.04
X4	9.89	38.51	11.09	23.90	7.64	9.06
X5	9.41	26.07	10.40	17.72	6.79	7.63
X6	7.66	15.62	6.79	10.83	2.86	3.95

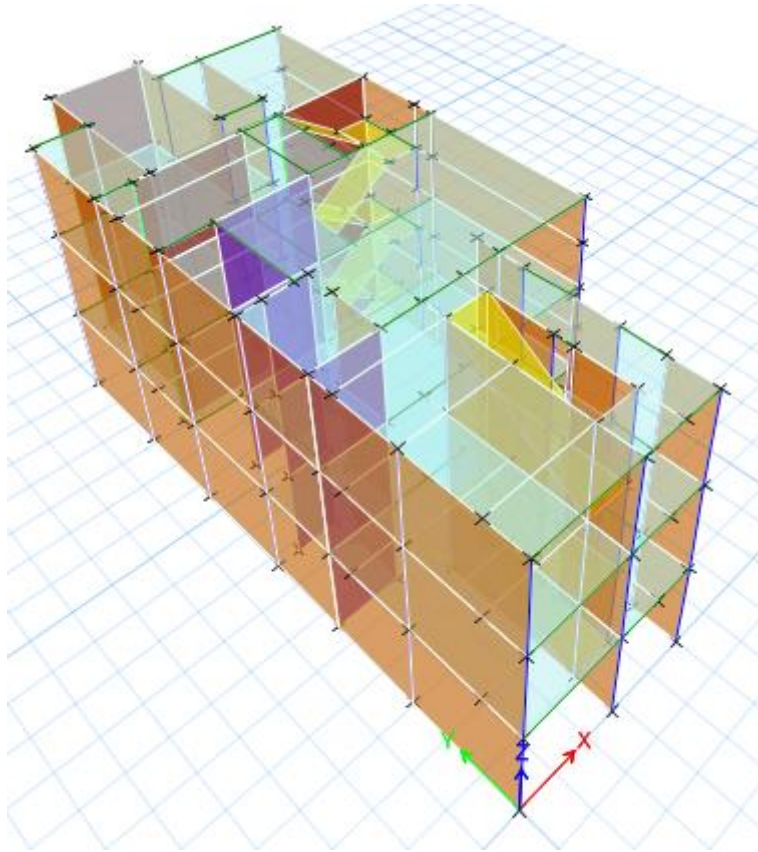
Fuerzas internas V_e (ton) y M_e (ton-m) ante sismo moderado Y						
Muro	Piso 1		Piso 2		Piso 3	
	V_e	M_e	V_e	M_e	V_e	M_e
Y1	17.12	112.41	16.74	68.17	10.64	26.11
Y2	5.00	14.08	4.53	9.13	2.57	4.07
Y3	1.06	2.30	0.48	0.80	-0.02	-0.05
Y4	3.90	22.60	2.16	6.80	0.24	-0.01
Y5	0.78	2.71	0.39	0.53	-0.10	-0.06
Y6	0.50	2.44	-0.08	0.25	-0.43	-0.74
Y7	3.67	13.41	2.59	6.89	0.79	1.76
Y8	0.83	1.95	0.36	0.45	0.16	0.07
Y9	0.94	1.99	0.57	0.75	0.41	0.34
Y10	0.94	2.36	0.41	0.53	0.18	0.05
Y11	2.26	8.19	1.09	2.52	0.01	-0.13
Y12	12.70	89.48	13.10	55.18	8.59	21.71

Fuente: Elaboración propia

PISO = 1														DIRECCIÓN X-X			VERIFICACION 1 Fuerza Cortante Admisible (0.55Vm) (ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado)	VERIFICACIÓN 3 La resistencia al corte global debe ser mayor o igual a la fuerza por sismo severo	
Muro	L(m)	t(m)	V'm(ton/m ²)	Pg (ton)	Ve(ton)	Me(ton-m)	α	Vm(ton)	0.55Vm con 5%de error	Vm1/Ve1	Vu(ton)	Vm(ton) con 5% de error	Mu(ton-m)	Ve ≤ 0.55Vm	ΣVm ≥ VE				
X1	1.87	0.77	81	10.59	10.25	26.05	0.73	45.09	26.04	3.00	30.74	47.35	78.16	RESISTE	ΣVm	VE			
X2	1.20	0.77	81	9.73	2.87	7.67	0.45	19.06	11.00	3.00	8.61	20.01	23.00	RESISTE	207.29	115.24			
X3	2.69	0.77	81	28.71	15.97	55.74	0.77	71.27	41.16	3.00	47.92	74.83	167.22	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA				
X4	3.09	0.23	81	19.13	9.89	38.51	0.79	27.25	15.74	2.75	27.25	28.61	106.07	RESISTE					
X5	2.78	0.23	81	13.61	9.41	26.07	1.00	29.01	16.75	3.00	28.24	30.46	78.22	RESISTE					
X6	2.67	0.13	81	9.26	7.66	15.62	1.00	15.62	9.02	2.04	15.62	16.40	31.85	RESISTE					
PISO = 1														DIRECCIÓN Y-Y			Ve<0.55Vm	ΣVm ≥ VE	
Muro	L(m)	t(m)	V'm(ton/m ²)	Pg (ton)	Ve(ton-m)	Me(ton-m)	α	Vm(ton)	0.55Vm con 5%de error	Vm1/Ve1	Vu(ton)	Vm(ton) con 5% de error	Mu(ton-m)	Ve<0.55Vm	ΣVm ≥ VE				
Y1	16.00	0.125	81	45.45	17.12	112.41	1.00	91.43	52.80	3.00	51.36	96.00	337.22	RESISTE	ΣVm	VE			
Y2	4.86	0.125	81	16.70	5.00	14.08	1.00	28.46	16.44	3.00	14.99	29.89	42.23	RESISTE	282.38	115.24			
Y3	1.45	0.125	81	8.89	1.06	2.30	0.67	6.95	4.01	3.00	3.18	7.30	6.90	RESISTE	RESISTENCIA CORRECTA				
Y4	4.80	0.125	81	19.43	3.90	22.60	0.83	24.61	14.21	3.00	11.71	25.84	67.79	RESISTE					
Y5	1.50	0.125	81	6.71	0.78	2.71	0.43	4.82	2.78	3.00	2.34	5.06	8.12	RESISTE					
Y6	1.75	0.125	81	7.82	0.50	2.44	0.36	4.97	2.87	3.00	1.50	5.22	7.33	RESISTE					
Y7	3.88	0.125	81	13.85	3.67	13.41	1.00	22.81	13.17	3.00	11.02	23.95	40.23	RESISTE					
Y8	1.20	0.125	81	4.08	0.83	1.95	0.51	4.03	2.33	3.00	2.48	4.23	5.84	RESISTE					
Y9	1.20	0.125	81	4.77	0.94	1.99	0.57	4.56	2.63	3.00	2.83	4.79	5.96	RESISTE					
Y10	1.38	0.125	81	14.87	0.94	2.36	0.55	7.23	4.18	3.00	2.82	7.60	7.08	RESISTE					
Y11	2.84	0.125	81	15.42	2.26	8.19	0.78	14.80	8.55	3.00	6.78	15.54	24.57	RESISTE					
Y12	11.39	0.125	81	43.65	12.70	89.48	1.00	67.70	39.10	3.00	38.11	71.09	268.44	RESISTE					

Fuente: Elaboración propia

Estructura en 3D realizada en software ETABS



Fuente: Elaboración propia


Anexo n°3: Información del validador de expertos

Validado por:

Tipo de Validador	Interno () [Docente UPN]	Externo (x)		
Apellidos y Nombres	CARRASCO BUSTAMANTE, LUDWIG			
Sexo	Masculino (x)	Femenino ()		
Profesión	INGENIERO CIVIL			
Grado Académico	Licenciado ()	Magister (x) Doctor ()		
Años de experiencia laboral	5 - 10 ()	11 - 15 (x)	16 - 20 ()	21 a más años ()

Solo para validado externo:

Organización donde labora	CESEL S.A.
Cargo actual	INGENIERO ESPECIALISTA
Área de especialización	ESTRUCTURAS Y GERENCIA.
Número de teléfono de contacto	992751442
Correo electrónico de contacto	lcarrasco@cesel.com.pe.
Medio de preferencia para contactarlo	Por teléfono (x) Por correo electrónico ()

Firma del validador experto.	
D.N.I.	07641231