

UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS**

“EVALUACIÓN DE LA NORMA E.070 ALBAÑILERÍA PARA EL ADECUADO  
ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN LA  
CIUDAD DE HUACHO, 2019”

**PRESENTADO POR:**

Bach. GAITÁN SÁNCHEZ, LUIS ENRIQUE

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

**ASESOR:**

ING. ZUMARÁN IRRIBARREN, JOSÉ LUIS

Reg. CIP N.º 78792

HUACHO – PERÚ

2021



JOSE LUIS ZUMARAN IRRIBARREN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros del Perú N°78792

**“EVALUACIÓN DE LA NORMA E.070 ALBAÑILERÍA PARA EL  
ADECUADO ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO  
MULTIFAMILIAR EN LA CIUDAD DE HUACHO, 2019”**



---

ING. RAMOS PACHECO RONALD LUIS

PRESIDENTE



---

ING. IPANAQUE ROÑA JUAN MANUEL

SECRETARIO



---

ING. VALVERDE FIGUEROA JEAN JESÚS

VOCAL



---

ING. ZUMARÁN IRRIBARREN JOSÉ LUIS

ASESOR

**DEDICATORIA:**

A mi Padre, por todo su apoyo y esfuerzo para hacer de mí un gran profesional.

A mi Madre, por su amor incondicional y por estar siempre a mi lado alentándome a seguir adelante.

A mis Hermanos, por ser compañeros de vida y desearme siempre lo mejor.

**AGRADECIMIENTO:**

A mi Familia, por ser ese motor para seguir adelante.

A mis familiares y amigos, que siempre confiaron en mí y me brindan todo su apoyo.

A mis maestros, que contribuyeron en mi desarrollo profesional.

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>Capítulo I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>18</b>
1.1 Descripción de la realidad problemática	18
1.2 Formulación del problema	21
1.2.1 Problema general	21
1.2.2 Problemas específicos	21
1.3 Objetivos de la investigación	21
1.3.1 Objetivo general	21
1.3.2 Objetivos específicos	22
1.4 Justificación de la investigación	22
1.5 Delimitación del estudio	23
1.6 Viabilidad del estudio	24
<b>Capítulo II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>25</b>
2.1 Antecedentes de la investigación	25
2.2 Investigaciones internacionales	28
2.3 Investigaciones nacionales	30
2.3.1 Bases teóricas	30
2.3.2 Definición de términos básicos	62
2.3.3 Hipótesis de investigación	65

2.4	Hipótesis general	66
2.5	Hipótesis específicas	66
2.6	Operacionalización de las variables	67
<b>Capítulo III: METODOLOGÍA</b>		<b>68</b>
3.1	Diseño metodológico	68
3.2	Población y muestra	69
3.2.1	Población	69
3.2.2	Muestra	70
3.3	Técnicas de recolección de datos	71
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	71
<b>Capítulo IV: RESULTADOS</b>		<b>72</b>
4.1	Análisis de resultados	72
4.1.1	Aspectos generales	72
4.1.1.1	Descripción del proyecto	72
4.1.1.1.1	Descripción arquitectónica	73
4.1.1.1.2	Descripción estructural	73
4.1.1.2	Normas empleadas	74
4.1.1.3	Propiedades de los materiales	74
4.1.2	Predimensionamiento	76
4.1.2.1	Muros de albañilería	76
4.1.2.1.1	Espesor de los muros portantes	76
4.1.2.1.2	Densidad de los muros portantes	76
4.1.2.1.3	Verificación del esfuerzo axial por cargas de gravedad	80
4.1.2.2	Losa aligerada en una dirección	85
4.1.2.3	Vigas principales	87
4.1.2.4	Vigas dintel	87

4.1.2.5	Vigas chatas	88
4.1.2.6	Escalera	88
4.1.3	Metrado de Cargas	90
4.1.3.1	Cargas unitarias y datos de la edificación	90
4.1.3.2	Cargas directas	90
4.1.3.3	Cargas indirectas	93
4.1.3.4	Cargas en el nivel de los pisos típicos	94
4.1.3.5	Cargas en el nivel de la azotea	97
4.1.3.6	Calculo del peso total de la edificación	100
4.1.3.7	Cargas de gravedad acumuladas	101
4.1.4	Análisis Sísmico	103
4.1.4.1	Consideraciones generales	103
4.1.4.2	Fuerzas de inercia	103
4.1.4.2.1	Fuerza cortante en la base	103
4.1.4.2.2	Distribución de la fuerza sísmica en altura	106
4.1.4.3	Determinación de la rigidez lateral de los muros de albañilería	107
4.1.4.4	Determinación del centro de rigidez del edificio	111
4.1.4.5	Determinación del centro de masa del edificio	113
4.1.4.6	Corrección por torsión y cálculo del cortante de los muros	116
4.1.4.6.1	Distribución de la fuerza cortante en planta	116
4.1.4.6.2	Corrección por torsión	117
4.1.5	Análisis y diseño estructural de la albañilería confinada	142
4.1.5.1	Diseño de muros de albañilería	142
4.1.5.2	Albañilería confinada	148
4.2	Contrastación de hipótesis	155



<b>Capítulo V: DISCUSIÓN</b>	<b>157</b>
5.1        Discusión de resultados	157
<b>Capítulo VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>159</b>
6.1        Conclusiones	159
6.2        Recomendaciones	161
<b>REFERENCIAS</b>	<b>163</b>
7.1        Fuentes documentales	163
7.2        Fuentes bibliográficas	165
7.3        Fuentes electrónicas	166
<b>ANEXOS</b>	<b>168</b>
01 PLANOS DE LA EDIFICACION	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 01:</b> Resistencias características de la albañilería Mpa ( $\text{Kg} / \text{cm}^2$ )	36
<b>Tabla 02:</b> Resistencia característica a la tracción por flexión perpendicular a la hilada $f_{mv}$ en MPa	37
<b>Tabla 03:</b> Resistencia característica a la tracción por flexión paralela a la hilada $f_{mh}$ en MPa	37
<b>Tabla 04:</b> Resistencia característica al corte por cizalle	38
<b>Tabla 05:</b> Factores de reducción de capacidad	39
<b>Tabla 06:</b> Clase de unidad de albañilería para fines estructurales	63
<b>Tabla 07:</b> Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales	63
<b>Tabla 08:</b> Operacionalización de variables	67
<b>Tabla 09:</b> Densidad de muros portantes en la dirección “X”	77
<b>Tabla 10:</b> Densidad de muros portantes en la dirección “Y”	79
<b>Tabla 11:</b> Cargas unitarias	81
<b>Tabla 12:</b> Peso propio	81
<b>Tabla 13:</b> Cálculo del Esfuerzo Axial Máximo ( $f_a$ ) en la dirección “X”	82
<b>Tabla 14:</b> Cálculo del Esfuerzo Axial Máximo ( $f_a$ ) en la dirección “Y”	83
<b>Tabla 15:</b> Dimensionamiento del peralte de las losas aligeradas	86
<b>Tabla 16:</b> Dimensionamiento de las vigas principales	87
<b>Tabla 17:</b> Cargas unitarias	90
<b>Tabla 18:</b> Datos de la edificación	90
<b>Tabla 19:</b> Cargas directas en piso típico	91
<b>Tabla 20:</b> Cargas directas en azotea	92
<b>Tabla 21:</b> Resumen de Cargas Directas	92

<b>Tabla 22:</b> Calculo de Cargas Indirectas	93
<b>Tabla 23:</b> Cargas en el Nivel de Los Pisos Típicos	94
<b>Tabla 24:</b> Cargas en el Nivel de La Azotea	97
<b>Tabla 25:</b> Cálculo del peso de vigas y columnas	100
<b>Tabla 26:</b> Resumen del peso del edificio en análisis	100
<b>Tabla 27:</b> Cargas de gravedad acumuladas	101
<b>Tabla 28:</b> Periodos según perfil del suelo	105
<b>Tabla 29:</b> Fuerzas de inercia ante el sismo moderado “F1”	107
<b>Tabla 30:</b> Rigidez Lateral de los muros de albañilería en la dirección “X”	108
<b>Tabla 31:</b> Rigidez Lateral de los muros de albañilería en la dirección “Y”	109
<b>Tabla 32:</b> Determinación del Centro de Rigidez (CR) del edificio	112
<b>Tabla 33:</b> Determinación del Centro de Masa (CM) del edificio	114
<b>Tabla 34:</b> Datos de la edificación necesarios para encontrar la fuerza cortante de los muros	119
<b>Tabla 35:</b> Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 1 - Sismo “X”)	122
<b>Tabla 36:</b> Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 2 - Sismo “X”)	125
<b>Tabla 37:</b> Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 3 - Sismo “X”)	128
<b>Tabla 38:</b> Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 1 – Sismo “Y”)	133
<b>Tabla 39:</b> Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 2 - Sismo “Y”)	136

<b>Tabla 40:</b> Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 3 – Sismo “Y”)	139
<b>Tabla 41:</b> Análisis de los muros portantes (Primer piso - Dirección “X”)	142
<b>Tabla 42:</b> Análisis de los muros portantes (Segundo piso - Dirección “X”)	143
<b>Tabla 43:</b> Análisis de los muros portantes (Tercer piso - Dirección “X”)	144
<b>Tabla 44:</b> Análisis de los muros portantes (Primer piso - Dirección “Y”)	145
<b>Tabla 45:</b> Análisis de los muros portantes (Segundo piso - Dirección “Y”)	146
<b>Tabla 46:</b> Análisis de los muros portantes (Tercer piso - Dirección “Y”)	147
<b>Tabla 47:</b> Piso 1 - Diseño de los muros agrietados X-X	149
<b>Tabla 48:</b> Piso 1 - Diseño de los muros agrietados Y-Y	151
<b>Tabla 49:</b> Elección de acero de refuerzo y secciones de columna	153
<b>Tabla 50:</b> Reducción de columnas	154
<b>Tabla 51:</b> Reducción de vigas soleras	154

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 01:</i> Empotramiento de losas en muros de albañilería	44
<i>Figura 02:</i> Extremo de losas de ultimo nivel-losas de techo	45
<i>Figura 03:</i> Muro con momentos transversales	46
<i>Figura 04:</i> Muro con momentos transversales ( $e = 0$ )	46
<i>Figura 05:</i> Muro con momentos transversales ( $e_k > e > 0$ )	47
<i>Figura 06:</i> Muro con momentos transversales ( $e = e_k$ )	47
<i>Figura 07:</i> Muro con momentos transversales ( $e > e_k$ ) 1era falla	48
<i>Figura 08:</i> Muro con momentos transversales ( $e > e_k$ ) 2 da falla	49
<i>Figura 09:</i> Deformación total de los muros	53
<i>Figura 10:</i> Rigidez por flexión ( $K_f$ )	54
<i>Figura 11:</i> Rigidez por corte ( $K_s$ )	55
<i>Figura 12:</i> Secciones Verticales Típicas	91

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad evaluar la Norma E.070 “Albañilería” para el adecuado análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho. El sistema estructural materia de estudio de esta investigación es el de Albañilería Confinada basado en muros de albañilería, elementos de confinamiento y losa de techo.

Este sistema estructural es el más extendido en todo el Perú, he ahí la importancia del estudio de la Albañilería Confinada.

El edificio multifamiliar ocupa un terreno aislado con un área bruta de 423m<sup>2</sup> y un área techada de 394.45m<sup>2</sup>, distribuidos en 6 departamentos por piso, lo que da un total de 18 departamentos de 60m<sup>2</sup> aproximadamente.

Los 3 niveles del edificio están unidos a través de una escalera ubicada en el centro que dirige a los ocupantes directamente al acceso principal del primer nivel.

Los muros están distribuidos en las dos direcciones ortogonales principales de la edificación, y están unidos por los entrepisos y el techo de concreto armado.

Las cargas de gravedad son resistidas por los muros quienes resisten su peso propio y peso de las losas de techo.

Las fuerzas horizontales que se generan por un sismo son resistidas por muros de corte conectados por diafragmas indeformables que reparten las fuerzas cortantes de cada entrepiso en proporción a la rigidez lateral de los muros.

La distribución simétrica de los muros en planta, así como una densidad adecuada en las dos direcciones es determinante para un buen comportamiento sismo-resistente y de esta manera disminuye los efectos producidos por torsión.

Mediante la concepción estructural se decide las principales características de la estructura:

Su forma, la ubicación y distribución de los elementos resistentes, las características de los diafragmas rígidos y el detallado básico.

La distribución de áreas de los departamentos fue optimizada al máximo para aprovechar cada metro cuadrado y garantizar espacios cómodos y funcionales para las familias que lo habitarán. Cada departamento contará con los siguientes espacios:

1 sala

1 comedor

1 cocina

1 SS. HH común.

2 habitaciones (principal y secundaria).

El acceso a todos los departamentos es a través de una escalera integrada y un corredor común, ambos con las medidas adecuadas y reglamentarias.

Para la distribución arquitectónica de los departamentos y accesos del edificio multifamiliar se hizo uso de las siguientes Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones:

-Norma A. 010 “Condiciones generales de diseño”

-Norma A. 020 “Vivienda”

Definido las bases estructurales y arquitectónicas de la edificación se procedió a Predimensionar los elementos estructurales tales como: muros de albañilería, losa aligerada en una dirección, escalera, vigas principales, vigas dinteles y vigas chatas.

A continuación, se procedió a realizar el Metrado de Cargas verticales para el análisis sísmico, haciendo uso del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E) específicamente la siguiente norma: E.020 cargas.

Posterior al metrado de cargas se realizó el Análisis Sísmico de la edificación para poder apreciar su comportamiento ante el sismo moderado y el sismo severo. Luego de verificar que la edificación cumple con los parámetros exigidos por la Norma Peruana E. 030 Diseño Sismo Resistente se procedió a el Diseño de Muros de Albañilería haciendo uso de la norma E. 070 Albañilería confinada.

Palabras clave: evaluación, albañilería confinada, análisis estructural, diseño estructural, edificio multifamiliar, sistema estructural, distribución arquitectónica, sismo, cargas verticales, análisis sísmico.

## ABSTRACT

The purpose of this research work is to evaluate Standard E.070 “Masonry” for the adequate analysis and structural design of a multi-family building in the city of Huacho. The structural system under study in this research is that of Confined Masonry based on masonry walls, confinement elements and ceiling slab.

This structural system is the most widespread in all of Peru, hence the importance of the study of Confined Masonry.

The multi-family building occupies an isolated land with a gross area of 423m<sup>2</sup> and a roofed area of 394.45m<sup>2</sup>, distributed in 6 apartments per floor, which gives a total of 18 apartments of approximately 60m<sup>2</sup>.

The 3 levels of the building are linked by a staircase located in the center that directs the occupants directly to the main access of the first level.

The walls are distributed in the two main orthogonal directions of the building, and are joined by the mezzanines and the reinforced concrete ceiling.

Gravity loads are resisted by the walls, which resist their own weight and the weight of the roof tiles.

The horizontal forces generated by an earthquake are resisted by shear walls connected by non-deformable diaphragms that distribute the shear forces of each floor in proportion to the lateral stiffness of the walls.

The symmetrical distribution of the walls in plan, as well as an adequate density in both directions is decisive for a good earthquake-resistant behavior and in this way reduces the effects produced by torsion.

Through the structural design, the main characteristics of the structure are decided:

Its shape, the location and distribution of the resistant elements, the characteristics of the rigid diaphragms and the basic detailing.

The distribution of the apartment areas was optimized to the maximum to take advantage of each square meter and guarantee comfortable and functional spaces for the families that will inhabit it. Each department will have the following spaces:



1 living room

1 dining room

1 kitchen

1 SS. Common HH.

2 bedrooms (main and secondary).

Access to all apartments is through an integrated staircase and a common corridor, both with appropriate and regulatory measures.

For the architectural distribution of the apartments and accesses of the multifamily building, the following Norms of the National Building Regulations were used:

-Standard A. 010 "General design conditions"

- Standard A. 020 "Housing"

Once the structural and architectural bases of the building were defined, the structural elements such as: masonry walls, slab lightened in one direction, staircase, main beams, lintel beams and flat beams were pre-dimensioned.

Next, the vertical load metering was carried out for the seismic analysis, making use of the National Building Regulations (R.N.E) specifically the following standard: E.020 loads.

After the load metering, the seismic analysis of the building was carried out in order to appreciate its behavior in the face of moderate and severe earthquakes. After verifying that the building complies with the parameters required by the Peruvian Standard E. 030 Earthquake Resistant Design, we proceeded to the Design of Masonry Walls using standard E. 070 Confined Masonry.

Keywords: evaluation, confined masonry, structural analysis, structural design, multi-family building, structural system, architectural distribution, earthquake, vertical loads, seismic analysis.

## INTRODUCCIÓN

La Norma Técnica de Edificación E. 070 “Albañilería” establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados.

La correcta interpretación y posterior aplicación de la Norma E. 070 “Albañilería” garantiza que la edificación cuente con un adecuado comportamiento frente a cargas de gravedad y de sismo, asegurando una construcción duradera y segura para sus ocupantes.

En nuestro país el sistema estructural más extendido para la construcción de viviendas familiares, multifamiliares y locales comerciales es el llamado “Albañilería Confinada” que consiste en la cimentación, muros de ladrillo, columnas de confinamiento, vigas soleras y techo aligerado. Este sistema estructural se caracteriza por su procedimiento constructivo que consiste en levantar primero el muro de ladrillo para posteriormente vaciar el concreto en las columnas para así obtener muros confinados, luego se procede a vaciar el concreto en las vigas soleras en conjunto con el techo aligerado para conseguir una estructura que se comporte como una unidad.

Aun cuando el uso de este sistema estructural está tan extendido en nuestro país, no sucede lo mismo con la Norma E. 070 “Albañilería” que es la encargada de brindarnos los parámetros para un adecuado estudio estructural y procedimiento constructivo. Lo anterior mencionado ocasiona informalidad en la construcción de viviendas y locales comerciales y posterior peligro para las personas que lo habitan frente a un posible movimiento telúrico.

La presente investigación consistirá en la “*Evaluación de la Norma E. 070 Albañilería para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019*” de esta manera se estará aumentando el material bibliográfico que trata sobre este tema tan importante.

Esta investigación podrá ser usada como guía para los estudiantes de pregrado de las carreras de ingeniería civil, arquitectura, técnicos en construcción civil etc. Además, los profesionales de las carreras antes mencionadas podrán encontrar en el presente estudio una referencia para sus proyectos de “Análisis y Diseño Estructural de Viviendas de Albañilería Confinada”

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La correcta interpretación y posterior aplicación de la Norma E. 070 “Albañilería” garantiza que la edificación cuente con un adecuado comportamiento frente a cargas de gravedad y de sismo, asegurando una construcción duradera y segura para sus ocupantes.

En nuestro país el sistema estructural más extendido para la construcción de viviendas familiares, multifamiliares y locales comerciales es el llamado “Albañilería Confinada” que consiste en la cimentación, muros de ladrillo, columnas de confinamiento, vigas soleras y techo aligerado. Este sistema estructural se caracteriza por su procedimiento constructivo que consiste en levantar primero el muro de ladrillo para posteriormente vaciar el concreto en las columnas para así obtener muros confinados, luego se procede a vaciar el concreto en las vigas soleras en conjunto con el techo aligerado para conseguir una estructura que se comporte como una unidad.

Aun cuando el uso de este sistema estructural está tan extendido en nuestro país, no sucede lo mismo con la Norma E. 070 “Albañilería” que es la encargada de brindarnos los parámetros para un adecuado estudio estructural y procedimiento constructivo. Lo anterior mencionado ocasiona informalidad en la construcción de viviendas y locales comerciales y posterior peligro para las personas que lo habitan frente a un posible movimiento telúrico.

Varios criterios diferencian una vivienda informal de una formal. El primero y más básico es el factor legal: poseer un título de propiedad y una licencia de construcción. Esta última, otorgada por la municipalidad, da al propietario la confianza de que su edificación se va a establecer en un suelo seguro y con los planos técnicos correspondientes. (Grupo el Comercio, 2018)

Gran parte de la informalidad en el sector construcción viene dada por la edificación informal de viviendas familiares y multifamiliares a lo largo y ancho de todo el territorio nacional, esta práctica está tan extendida que ya casi es una “cultura de construcción” que pone en peligro a las personas que lo habitan y a las personas que circulan alrededor de estas construcciones vulnerables a los movimientos telúricos.

La construcción de viviendas informales la podemos dividir en dos:

**-Autogestión:** en la cual los propietarios toman los servicios de un maestro contratista, con quien pactan la ejecución de cierta parte o de toda la obra.

**-Autoconstrucción:** en la cual los mismos propietarios, familiares y amigos, con cierto grado de conocimiento de los procedimientos constructivos, edifican la casa de acuerdo con su capacidad económica y a la disponibilidad de su tiempo. (Corporación Aceros Arequipa S.A, 2010, Manual del Maestro Constructor, p.1)

Ambos tipos de construcciones se realizan por etapas y generalmente en un largo periodo de tiempo.

Las viviendas formales que se construyen en un año en Lima son aproximadamente 18,000, mientras que la cifra de las construidas de manera informal es de 30,000 es decir casi el doble (Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios ADI Perú, 2017)

La cifra es tan contundente como peligrosa: solo en Lima, el 70% de las viviendas son informales, según un estudio del instituto CAPECO. A nivel nacional, esta cifra se puede elevar hasta 80%. De acuerdo con el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), en las zonas periféricas de las ciudades, el nivel de informalidad en la construcción puede alcanzar el 90% incluso.

En la capital hay alrededor de dos millones de viviendas, el 70% son informales y, de ese porcentaje, medio millón son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad. (Miguel Estrada, Director de CISMID-UNI, 2017)

En la ciudad de Huacho los problemas de construcciones informales también se presentan en gran número, generando esta situación un peligro ante un posible sismo severo.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) sostuvo que la costa central del país (Áncash, Lima e Ica) experimenta un “silencio sísmico prolongado” porque desde hace 266 años no registra un evento de gran magnitud como los ocurridos en Chile y en Japón, lo cual exige que la población esté prevenida.

Una de las razones principales por la que los propietarios optan por una vivienda informal son los bajos recursos económicos que poseen, por lo que prefieren tratar directamente con un maestro de obras (autogestión) o construir sus viviendas ellos mismos (autoconstrucción). Debido a los bajos ingresos económicos, los propietarios optan por edificar su vivienda por etapas y durante períodos de tiempo que pueden prolongarse por muchos años.

Al contrario de lo que se piensa normalmente, autoconstruir una vivienda resulta hasta 40% más caro, esto se debe a la compra de materiales al por menor y a las posteriores remodelaciones que sufre la vivienda debido a su mal funcionamiento (instalaciones sanitarias, eléctricas, gas, tv, internet, etc.), su mala distribución arquitectónica o lo que resulta más peligroso: mala configuración estructural. (Ricardo Arbulú CAPECO, 2017)

La “cultura de la autoconstrucción” también influye mucho en la decisión de los propietarios ya que esta costumbre está muy arraigada en la sociedad, es decir, los padres de los propietarios autoconstruyeron su vivienda, gran parte de las viviendas de su ciudad fueron hechas por autoconstrucción, actualmente muchas viviendas vienen ejecutándose por autoconstrucción y así este hábito se da por aceptado entre la sociedad.

La falta de información acerca de la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) por parte de los propietarios, maestros de obra y albañiles es también un motivo del alto porcentaje de viviendas informales que presentan nuestras ciudades.

La débil regulación por parte de las autoridades a la construcción de viviendas y la falta de concientización a sus ciudadanos sobre los peligros a los que están expuestos los habitantes de una vivienda informal acentúan este problema.

En un sismo de una magnitud similar a la de México podrían fallar alrededor de 500,000 unidades de viviendas en Lima y eso podría generar alrededor de 50,000 personas fallecidas (INDECI, 2017)

La presente investigación consistirá en la “*Evaluación de la Norma E. 070 Albañilería para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019*” de esta manera se estará aumentando el material bibliográfico que trata sobre este tema tan importante.

Esta investigación podrá ser usada como guía para los estudiantes de pregrado de las carreras de ingeniería civil, arquitectura, técnicos en construcción civil etc. Además, los profesionales de las carreras antes mencionadas podrán encontrar en el presente estudio una referencia para sus proyectos de “Análisis y Diseño Estructural de Viviendas de Albañilería Confinada”

Es de mucha importancia difundir este tipo de investigaciones que tratan sobre el Sistema Estructural de Albañilería Confinada ya que es el más empleado en nuestro país, sin embargo, gran porcentaje de estas construcciones son informales, es decir, no cuentan con el adecuado asesoramiento técnico por parte de los profesionales competentes.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Problema General**

a.- ¿Cómo evaluar la Norma E. 070 Albañilería para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

a.- ¿Como evaluar la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones en la ciudad de Huacho, 2019?

b.- ¿Cómo obtener el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019?

c.- ¿Cómo establecer los parámetros físicos de la albañilería confinada, necesarios para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019?

d.- ¿Cómo determinar la capacidad portante del terreno donde se construirá un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019?

e.- ¿Cómo programar el software “Microsoft Excel 2016 ” para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019?

## **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Objetivo General**

a.-Evaluar la Norma E. 070 Albañilería para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- a.- Evaluar la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones en la ciudad de Huacho, 2019.
- b.-Obtener el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.
- c.-Establecer los parámetros físicos de la albañilería confinada, necesarios para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.
- d.-Determinar la capacidad portante del terreno donde se construirá un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.
- e.-Programar el software “Microsoft Excel 2016 ” para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **-Justificación Técnica:**

Se presentará la Evaluación de la Norma E.070 Albañilería para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.

#### **-Justificación Social:**

Con la presente investigación se incrementará el material bibliográfico que trata sobre el Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar de albañilería confinada y el uso adecuado de la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones, beneficiándose directamente alumnos de pregrado de ingeniería civil, arquitectura, construcción civil etc. Además, profesionales de estas mismas carreras que encontrarán en este estudio una guía para sus proyectos de edificación de viviendas de albañilería confinada.

Los beneficiarios indirectos de la investigación serán las personas que decidan construir su vivienda de albañilería confinada o decidan hacer mejoras estructurales, los cuales acudirán a profesionales que cuenten con el conocimiento necesario para realizar el adecuado análisis y diseño estructural de una vivienda.

**-Justificación Personal:**

Demostrar los conocimientos teóricos y prácticos asimilados en el transcurso de mi formación profesional, además emplear los conocimientos obtenidos en cursos de formación continua y capacitaciones llevados en instituciones de ingeniería y construcción (CAPECO, ICG, UNIMASTER, SENCICO, etc.)

**-Justificación Teórica:**

La investigación cubre un vacío de conocimiento en el contexto peruano relacionado al alto índice de construcción de viviendas informales, a través de la exposición del Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar de albañilería confinada; debido a que hay escasa bibliografía en nuestro país sobre el adecuado uso de la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**-Justificación Práctica:**

La ejecución del edificio multifamiliar de albañilería confinada, que cuenta con el adecuado Análisis y Diseño Estructural haciendo uso apropiado de la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento nacional de Edificaciones será capaz de soportar los movimientos telúricos a los que estará expuesto durante su vida útil.

## **1.5 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO**

Evaluación de la Norma E.070 Albañilería para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.



## **1.6 VIABILIDAD DEL ESTUDIO**

Para desarrollar el presente trabajo de investigación se cuenta con la información, bibliografía y normatividad necesaria. Tiene el asesoramiento profesional preciso por parte de un ingeniero civil experto en la materia de investigación.

Los recursos técnicos, económicos y logísticos necesarios para la elaboración del trabajo de investigación están cubiertos completamente por el investigador.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

**-Hernández, L. (2012).** “*DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. El cual concluye:

-Para obtener la distribución final de muros de albañilería y placas de concreto armado, se tuvo que iterar sus ubicaciones hasta que las fuerzas producidas por el análisis sísmico sean soportadas. Se concluyó que el mejor comportamiento sísmico se encontró al ubicar las placas de concreto armado en el centro de la estructura como un núcleo rígido.

-La cultura de construcción informal que nos rodea actualmente tiende a levantar alféizares y tabiques de albañilería sin elementos de arriostre (columnetas y vigas soleras). Al realizar el cálculo de diseño por carga sísmica perpendicular al plano en esta tesis, se comprueba la importancia del arriostramiento como fuente vital de la resistencia de estos elementos.

**-Santillán, J. (2015).** “*DISEÑO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES CON SEMI-SOTANO EN CONCRETO ARMADO Y ELEMENTOS PREFABRICADOS-CIUDAD DE HUANUCO*” (informe de suficiencia). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. El cual concluye:

-En la dirección perpendicular a la fachada el sistema estructural está conformado netamente en gran parte por muros, los cuales ayudan a tomar la totalidad de la fuerza sísmica. En la dirección paralela a la fachada se tienen muros y pórticos. Luego del análisis se comprueba que en esta dirección los muros y pórticos toman aproximadamente el 90% y 10% del esfuerzo por corte.

-Los valores de deriva obtenidos fueron de 5.82‰ y 2.21‰ para la dirección paralela (X) y perpendicular (Y) a la fachada respectivamente, cumpliendo con la exigencia de la norma E. 030. El desplazamiento máximo calculado en la azotea fue de 7.2 cm en la dirección “X” y 3 cm en la dirección “Y”. tanto los valores de la deriva como el del desplazamiento máximo de la azotea indican que se logró un edificio con buena rigidez.

**-Pari, S. & Manchego, J. (2017).** “*ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN VIVIENDAS DE BAJA ALTURA EN LIMA, PERÚ*”

(tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. El cual concluye:

-Se observó, que el esfuerzo axial (0.5 MPa) en los muros, incrementó su rigidez elástica en un 25% en comparación con los muros ensayados solo bajo carga lateral. Esto debido a que los esfuerzos en tensión por compresión, generadas por la carga lateral, son las que producen el agrietamiento del panel de albañilería, mientras que la presencia de la carga vertical reduce estos esfuerzos de tensión, reduciendo la degradación de la rigidez lateral.

-Ya que el amortiguamiento es utilizado para caracterizar la habilidad de las estructuras en disipar energía durante su respuesta dinámica, se calculó la energía histerética disipada como amortiguamiento viscoso equivalente. Se observó, que los muros con carga axial (MQ1, MQ2 y MQ3) presentaron una mayor cantidad de energía disipada por cada ciclo que los muros sin carga axial (M1, M2 y M3).

**-Sáenz, L. (2016).** “*COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE TABIQUES CONSTRUIDOS CON LADRILLOS PANDERETA*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. El cual concluye:

- El ensayo de compresión axial en las pilas se realizó hasta su rotura. La resistencia característica obtenida en este tema de investigación es  $f'_m = 13 \text{ kg/cm}^2$ , la cual es menor a las resistencias obtenidas por Araoz- Velezmoro ( $f'_m = 24 \text{ kg/cm}^2$ ) y Mamani ( $f'_m = 57 \text{ kg/cm}^2$ ). De lo que se puede concluir que el comportamiento del ladrillo pandereta es impredecible y no es confiable para el uso de muros portantes, consideración importante para futuras investigaciones.

-En los muretes, la falla ideal, debe de seguir la trayectoria de la diagonal sin que se pierda adherencia entre el mortero y el ladrillo. La falla ideal no ocurrió en este ensayo, pues en los dos primeros muretes la falla fue mixta, ya que presentaron falla por tracción diagonal y falla escalonada por la baja adherencia en las juntas; y en el tercer murete, solo se presentó la falla escalonada por la baja adherencia en las juntas.

**-Chuquín, C. & Paredes, J. (2006).** “*COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO CONFINADO CON INSTALACIÓN SANITARIA EN SU INTERIOR*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. El cual concluye:

-Se construyeron y ensayaron a carga lateral cíclica, tres muros a escala natural con las mismas características geométricas. El primero, adoptado como patrón de comparación, no presentó ninguna tubería (M1), el segundo se construyó siguiendo la técnica constructiva tradicional (M2), consistente en picar la albañilería para después instalar la tubería y aplicar un mortero de resane, y el tercero presentó una falsa columna de concreto simple que alojaba a la tubería (M3).

-El procedimiento de instalación de tuberías mediante el picado y resane de la albañilería hizo que el muro M2 se comporte como si estuviese compuesto por dos muros, uno a cada lado de la tubería instalada, ya que no se presentó la formación de dos grandes grietas, formando una especie de “X”, sino más bien se presentaron dos grietas, en forma de “V” con el vértice en la base de la tubería. El comportamiento como dos sub-muros fue evidente durante el ensayo

armónico, ya que se pudo observar que mientras se empujaba y jalaba el muro lateralmente, una parte del muro se desplazaba verticalmente hacia arriba a lo largo de la tubería mientras que la otra parte del muro se desplazaba hacia abajo

-En el muro M3 la tubería quedó embebida en una falsa columna y puesto que su rigidez lateral, carga de agrietamiento de tracción por flexión, resistencia al agrietamiento diagonal, y la carga máxima fueron superiores a las del muro M2 en (56%,44%,85%,74% respectivamente), se puede concluir que el empleo de una falsa columna con la adición de mechas que permiten integrar las partes divididas del muro es la solución más idónea para alojar tuberías sanitarias en los muros portantes en vez de picar el muro, instalar la tubería y luego resanarlo (M2).

**-Poma, C. (2017).** “*VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA URBANIZACIÓN POPULAR MINAS BUENAVENTURA – HUACHO – 2017*” (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima. El cual concluye:

-El 73% de las viviendas de la urbanización Popular Minas Buenaventura presentan una vulnerabilidad sísmica media y el 27% de las viviendas son altamente vulnerables sísmicamente.

-La capacidad portante del terreno de la urbanización popular Minas Buenaventura es 0.70 kg/cm<sup>2</sup> y el tipo de suelo clasificado según SUCS es tipo SM.

## 2.2 INVESTIGACIONES INTERNACIONALES.

**-Maldonado, C. (2013).** “*ESTIMACION ANALITICA DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA MEDIANTE MODELO DE PUNTAL-TENSOR MODELO DE CRISAFULLI MODIFICADO*” (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago. El cual concluye:

- Los muros sometidos a ensayos de carga vertical, el cálculo de la resistencia al corte teórica y la carga de agrietamiento diagonal obtenida en los ensayos tiene un valor promedio igual a 0.95, existiendo un coeficiente de variación igual a 15% entre los ensayos y el modelo.

-El modelo presenta un 64% de efectividad en la predicción del tipo de falla en los muros. En los muros fabricados de serie MRE y el muro C12 donde se predice la falla controlada por la fluencia de las barras longitudinales del pilar, la resistencia al corte entregado por el modelo teórico para estos muros es muy cercana a la experimental.

**-Caguante, L. (2013).** “*CALCULAR Y DISEÑAR LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL DE UNA CASA TIPO PLANTEADA PARA EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PAREDES PORTANTES*” (tesis de pregrado). Universidad Internacional Del Ecuador, Quito. El cual concluye:

-Se cumple con el objetivo del presente estudio, el cual es el de entregar un diseño y análisis estructural para una casa tipo mediante el sistema constructivo de paredes portantes y el sistema aporticado.

-Los dos sistemas constructivos son confiables ante la solicitación de cargas verticales y horizontales y revisando los resultados obtenido en el SAP 2000 se obtiene que la deformada por sismo para el tipo aporticado se tiene el valor máximo de 2.919E-04 (pág. 99), mientras para muros portantes se tiene 1.473E-05 (pág. 54), de donde se concluye que el comportamiento estructural del sistema de paredes portantes como tipo cajón, es superior al sistema aporticado por cuanto presenta mayor rigidez lateral y más resistencia frente a acciones sísmicas, brindando mayor protección a los elementos no estructurales de la vivienda.

**-Singhal, V. & Rai, D. (2014).** *"Comportamiento sísmico de paredes de mampostería confinadas cuando se somete a una carga en el plano y fuera del plano"* Ingeniería de Terremotos. Llevado a cabo en la X Conferencia Nacional de EE. UU Sobre Ingeniería de Terremotos. Anchorage, Alaska.

-Los autores desarrollaron una campaña experimental en muros de albañilería confinada, construidas con unidades de arcilla cocida. Los muros se construyeron a escala reducida (1:2). El objetivo principal fue, investigar la influencia de la interfaz albañilería-columnas de confinamiento y la presencia de aberturas en la respuesta del muro, dentro y fuera de su plano.

-El trabajo experimental consistió en ensayos cuasi-estáticos y dinámicos para analizar la respuesta de los muros en su plano y fuera del plano. Cuatro (04) muros fueron ensayados para evaluar la influencia del tipo de conexión (endentado) entre albañilería y columnas de confinamiento. Otros cuatro (04) muros con aberturas para puertas y ventanas fueron ensayados hasta la rotura, para evaluar la eficiencia de tres propuestas de confinamiento en las aberturas. El ensayo consideró la aplicación sucesiva de cargas laterales y adicionalmente una carga vertical de 0.10 MPa sobre el muro.

**-Colunga, A., Ángeles, A. y Vallejo, S. (2009)** *"Comportamiento cíclico de muros de mampostería combinados y confinados"* Engineering Structures. 31, 240-259.

-Con el propósito de evaluar el comportamiento mecánico de estos muros de albañilería combinada y confinada, se construyeron 04 especímenes para ser ensayados bajo carga lateral cíclica (siguiendo los lineamientos del NTCM-2004) y carga vertical constante.

-Tras los ensayos realizados y bajo el criterio de la NTCM-2004, los autores encontraron que la albañilería combinada y confinada construida de manera informal (autoconstrucción) no satisface todos los criterios para ser calificada como un elemento sismo resistente. Principalmente, por que el deslizamiento sin fricción a lo largo de las juntas, favorecido por el bajo esfuerzo vertical, provoca un estrangulamiento excesivo del lazo histerético disipando muy poca energía. Además, se observó una importante degradación de la rigidez al alcanzar una distorsión angular de 0.6%. También se observó, que el tipo de falla que se presentó en los muros fue por deslizamiento sobre las juntas horizontales, sin desarrollar toda su capacidad a corte representado por las típicas grietas diagonales

## **2.3 INVESTIGACIONES NACIONALES.**

### **2.3.1 Bases Teóricas**

#### **A.- Bases de Diseño.**

##### **A.1.- Método de los estados límite o diseño al límite**

Se utiliza para el Diseño de Muros de Albañilería.

Son condiciones críticas en que la estructura deja de cumplir las funciones para las cuales fue diseñada. Incluyen:

a.- Estados últimos o de colapso de la estructura

-El volteo

-El deslizamiento

-La fatiga

-La rotura causada por sobrepasar la capacidad resistente.

b.- Estados de servicio

-Las deflexiones

-Las vibraciones

-Las deformaciones permanentes

-Los agrietamientos.

**-Verificación de la seguridad en los estados límites:**



Esta ecuación debe satisfacer en todas y cada una de las acciones y formas de rotura.

Donde:

Capacidad resistente: Se establece a través de la función:

$$\text{[Empty box]} = ( )$$

Donde:

$\emptyset$ : Es el coeficiente de reducción de capacidad.

$f_k$ : Es la resistencia característica.

Acción de rotura:

$$\text{[Empty box]} = ( )$$

Donde:

**FC**: Es un factor de carga.

$\gamma$ : Es un factor de importancia.

**F<sub>k</sub>**: Es la carga característica.

### **-Límites de servicio**

Se precisan condiciones cuantitativas como:

-Deformaciones.

-Dimensiones de grietas máximas.

Estos permiten:

-Establecer las ecuaciones de diseño.

-Determinar las características de la estructura.



**-Las resistencias últimas:**

Están vinculadas al comportamiento post-elástico de la estructura.

**-Las condiciones de servicio:**

Están vinculadas a la etapa elástica de su comportamiento.

Esto convierte al método de los estados limite en:

Una combinación y generalización de los procedimientos de esfuerzos admisibles y esfuerzos (últimos).

**-Las características de la estructura:**

Como dimensiones, materiales, refuerzos, etc. Deben satisfacer tanto las ecuaciones de seguridad y las ecuaciones de servicio.

**A.2.- Cargas, resistencias características y factores de seguridad.**

El método de diseño al límite es semiprobabilístico, se reconoce que la estructura puede volverse incompetente, es decir, existe una probabilidad finita de que cualquier estado limite pueda ser excedido.

No hay ningún intento para calcular esta probabilidad, es decir, no hay datos.

Lo que se hace es reconocer la naturaleza variable de los parámetros del sistema estructural, para esto se recurre a la estadística y se elige un valor para efectuar el cálculo.

Los factores de seguridad se refieren a la incertidumbre respecto a los materiales y del sistema, la naturaleza de la estructura y las consecuencias de la falla.

Los factores de seguridad son generalmente valores reglamentarios y están sujetas al juicio y experiencia del diseñador.

El método de diseño al límite no contempla la posibilidad de error humano, ni la ocurrencia de eventos aleatorios.

La naturaleza semiprobabilística del método se refiere a la definición de las cargas y de las resistencias características.

### **-Carga característica**

Es aquella que tiene una determinada probabilidad de ser excedida durante la vida de la estructura.

Generalmente se emplea cargas características al 10% lo que significa que existe una probabilidad de 0,1 de que sean excedidas.

En la práctica, debido a la falta de información, las cargas características no derivan de estudios estadísticos, sino de valores reglamentarios.

### **-Resistencia característica**

Su estudio y obtención es similar a la carga característica

El valor característico se refiere como asociado a un porcentaje, en albañilería es 10% de resistencias defectuosas.

Estas resistencias se obtienen de la recopilación, análisis y evaluación estadística de los resultados de ensayos estandarizados y confiables.

### **-Valor característico**

Se obtienen asumiendo que las cargas de distribución normal (carga Gaussiana) se ajusta al histograma de los valores.

$$= \left(1 \pm \frac{V}{100}\right)$$

Donde:

**X:** Es el promedio de los resultados

**V:** Es el coeficiente de variación en %

**m:** Es un factor cuya magnitud depende del % de valores mayores (+ en la formula) o de valores defectuosos (- en la formula)

cuando el porcentaje es 10% entonces  $m=1,3$

### **-Factores de seguridad**

Son de naturaleza semiprobabilistica y se agrupan en 3 grandes rubros.

#### **a.- Los referidos a las cargas.**

Se llaman factores de carga FC.

$$= 1 \quad 2 \quad 3$$

Donde:

**FC<sub>1</sub>:** Cuenta la posibilidad de desviaciones desfavorables de las cargas características, de esta manera se considera acciones no previstas o anormales.

**FC<sub>2</sub>:** Tiene en cuenta la posibilidad reducida de que varias cargas actúen juntas simultáneamente en su valor característico.

**FC<sub>3</sub>:** Considera modificaciones adversas de los efectos de las cargas debidas a condiciones de aplicación no previstas y discrepancias de construcción, por ejemplo: excentricidades accidentales.

#### **b.- Los referidos a la capacidad resistente.**

Se denominan factores de reducción de capacidad.

$$= 1 \quad 2$$

Donde:

**Ø1:** Cubre la posible reducción en la resistencia de los materiales en una estructura. Al compararlas con los valores característicos obtenidos de los ensayos.

**Ø2:** Incluye reducciones en las resistencias originadas por tolerancias en la fabricación dimensional.

### c.- Los referidos a la falla

Se denominan factores de importancia.

$$= 1 \quad 2$$

Donde:

**1:** Tiene en cuenta la naturaleza de la estructura y su comportamiento.

Como por ejemplo:

-La falla frágil y puede ocurrir sin aviso.

-La falla de un elemento puede causar colapso progresivo.

**2:** Tiene en cuenta la importancia económica y/o social de la ocurrencia de la falla.

### A.3.- Condiciones y valores para la albañilería simple

Los estados límites a considerar se refieren exclusivamente a condiciones ultimas de seguridad, la razón es que:

-La ocurrencia de la falla coincide con el agrietamiento.

-La albañilería simple está diseñada para soportar condiciones de servicio.

Las únicas fórmulas de diseño en albañilería simple provienen de procedimientos de resistencia ultima.

Cuando ocurre comportamiento estructural post-elástico o plástico lo más adecuado es realizar el diseño por resistencia última.

La albañilería simple es un material frágil, y su comportamiento es elástico hasta la rotura.

El método de diseño de resistencia última tiene un control racional de los factores de seguridad.

Los valores de carga, resistencias características y los factores de seguridad que se usan en el diseño de la albañilería simple están fijados en los reglamentos de cada país.

### A.3.1.- Resistencia característica a la compresión y a corte.

**Tabla 01:** Resistencias características de la albañilería Mpa (Kg / cm<sup>2</sup>)

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)
Sílice-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 “Albañilería”

**$f'_b$ :** Resistencia característica a la compresión axial de la unidad.

**$f'_m$ :** Resistencia característica a la compresión axial de la albañilería.

**$v'_m$ :** Resistencia característica a corte de la albañilería.

### A.3.2 Resistencia a la compresión por flexión:



Se puede asumir 50% mayor de la resistencia a la compresión.

Entonces,  $a \cdot f_m = 1,5$  de la resistencia a la compresión.

Valores de a:

$a = 1,0$  para compresión pura.

$a = 1,5$  para compresión por flexión.

$a = 1,3$  para flexo-compresión.

### A.3.3.- Resistencia característica a la tracción por flexión.

**Tabla 02:** Resistencia característica a la tracción por flexión perpendicular a la hilada  $f_{mv}$  en MPa.

Materia Prima de La unidad.	Mortero tipo		
	A	B	C
Arcilla	0,3	0,3	0,25
Concreto	0,3	0,3	0,25
Sílice-cal	0,2	0,2	0,2

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 03:** Resistencia característica a la tracción por flexión paralela a la hilada  $f_{mh}$  en MPa.

Materia prima de La unidad.	Mortero tipo		
	A	B	C
Arcilla	0,9	0,9	0,8
Concreto	0,9	0,9	0,8
Sílice-cal	0,9	0,9	0,8

Fuente: Elaboración propia

La resistencia característica de la albañilería en tracción por flexión está en función de la materia prima de la unidad y del tipo de mortero.

### A.3.4.- resistencia característica al corte por cizalle.

No hay esfuerzos de compresión perpendicular a la junta.

$f = \text{coeficiente de fricción} = 0,4$

**Tabla 04:** Resistencia característica al corte por cizalle.

Materia prima de La unidad.	Mortero tipo		
	A	B	C
Arcilla	0,3	0,3	0,25
Concreto	0,3	0,3	0,25
Sílice-cal	0,2	0,2	0,2

Fuente: Elaboración propia

### A.3.5.- Módulo de elasticidad.

-Módulo de elasticidad secante instantáneo.

$$= 500$$

-Coeficiente de deformación diferida.

$$E_s: 3$$

-Modulo diferido.

$$= 133$$

-Módulo de corte.

$$= 0,4$$

### A.3.6.- Cargas últimas.

$$= 1,4 + (1)1,7$$

$$= 1,4 + (1)(1,25 + 1,25)$$

$$= 0,9 + (1)1,25$$

Donde:

**D:** Cargas muertas

**L:** Cargas vivas

**E:** Cargas debidas al viento o al sismo.

-Factor de carga

**FC** = 1,0 para acciones sísmicas donde no hay reducción incorporada en el espectro.

-Factor de importancia

$I_1$  = 1,0 para estructuras no portantes

$I_1$  = 1,3 para estructuras portantes.

$I_2$ , su valor está en función de normas locales, criterio del diseñador. Todas estas consideraciones para  $I_2$  son desde el punto de vista económico y/o social.

### **A.3.7.- Factor de reducción de capacidad ( $\phi$ )**

Albañilería simple: factores de reducción de capacidad.

**Tabla 05:** Factores de reducción de capacidad.

<b>Construcción</b>	<b>Unidades de albañilería de fabricación</b>	
	<b>Industrial</b>	<b>Semiindustrial o artesanal</b>
Supervisada	0,40	0,33
No supervisada	0,33	0,27

Fuente: "Code of practice for load bearing brickwork"

Estos factores de reducción de capacidad están basados en las normas de albañilería británica: "Code of practice for load bearing brickwork" Bs 5628



## **A.4.- Especificaciones y diseño estructural de mampostería sin cálculo estructural.**

### **A.4.1 Introducción:**

De todos los materiales más usados por la humanidad, el más esencial es la mampostería.

Se ha usado por más de 10 milenios. Se comenzó con la mampostería de adobe en medio oriente, hasta la moderna mampostería portante.

Se ha usado también en muchas estructuras como: muros, torres, puentes, castillos bóvedas, vigas, techos, y columnas.

Hoy en día, el 90 % de la población del mundo vive en estructuras de mampostería, sin embargo, casi nunca se estudia.

### **A.4.2 elementos básicos de la mampostería**

#### Unidades

-Unidades de arcilla cocida.

-Unidades de concreto.

-Unidades de sílice-cal

#### Mortero

-Mortero de cemento portland y cal.

-Mortero de cemento para mampostería.

-Cemento para mampostería.

#### Concreto líquido

Es una mezcla fluida de:

Cemento portland + agua + gravilla (agregado mediano)

Puede usarse para llenar algunos o todos los vacíos en unidades con hueco o entre las hojas de unidades sólidas.

## Accesorios

- Refuerzo
- Conectores (acero galvanizado o inoxidable)
- Sellantes (juntas de expansión, juntas de control de agrietamiento, juntas constructivas)
- Bota aguas
- Capas protectoras (pinturas, impermeabilizantes)

### **A.4.3 Uso de unidades en elementos arquitectónicos o estructurales.**

#### Dimensiones

Las dimensiones de las unidades de mampostería se dan en términos de:

Espesor, altura, largo.

Hay tres juegos de dimensiones a los que se refieren:

Dimensiones nominales. - distancias ocupadas por la unidad más la mitad del espesor de la junta en cada lado.

Dimensiones especificadas. - Son las dimensiones teóricas de las mismas, es decir, las dimensiones nominales, menos la mitad del espesor de las juntas.

Dimensiones reales. - son las dimensiones medidas de las unidades.

#### Patrones de colocación del aparejo.

- a.- colocación normal (trabada, contrapeada)
- b.- colocación de hacina

## **A.5.- Albañilería simple: muros portantes.**

### **-Condiciones críticas de diseño**

Los muros portantes soportan cargas verticales diferentes a su peso propio y las debidas a su propio peso.

Además, están sometidos a: cargas horizontales, cargas laterales, cargas coplanares.

La diferencia fundamental entre muros portantes y muros no portantes es la resistencia a las cargas horizontales y a los momentos transversales que originan tracciones, se consigue principalmente por la precompresión proveniente de las cargas verticales.

### **-Verificación de la seguridad**

El problema que resolver es siempre uno de iteración (se desprecia la escasa resistencia a tracción de la albañilería)

### **-Dificultad del análisis**

Es en la determinación del momento actuante y/o de la excentricidad de la carga vertical.

Cuando se requiere determinar los momentos debido a cargas laterales, y los muros que se analizan tienen apoyos verticales (muros ortogonales) y apoyos horizontales abajo y arriba, entonces no es posible su cálculo preciso o exacto.

Sin embargo, existen métodos para estimar los momentos:

Considerando las restricciones a la precisión impuestas por la anisotropía de la albañilería y por la incertidumbre de la eficiencia de los apoyos de borde.

En el caso de techo o de losas de entrepiso que interactúan con los muros, el análisis para determinar los momentos de empotramiento, y la excentricidad es muy complejo e incierto.

En teoría, el empotramiento dependerá de:

- Las rigideces de la losa.
- Las rigideces de los muros (arriba y abajo)
- Las rigideces de la junta

La continuidad del sistema requerirá que:

$$\text{Ángulo de rotación de la losa} = \text{Ángulo de rotación del muro} + \text{Ángulo de rotación de la junta}$$

Donde:

Ángulo de rotación de la losa: Define el grado de empotramiento.

En la práctica, las influencias de la deformación plástica de las juntas, el agrietamiento de los muros y el efecto de los muros ortogonales en la rigidez de estos, hacen estériles aplicar métodos precisos para determinar la continuidad del sistema.

#### **A.6.- Criterios simplificados para determinar momentos y excentricidades.**

##### **A.6.1.- Para acciones laterales (cargas uniformemente repartidas)**

Es conveniente determinar el momento actuante por el método de “*líneas de falla*”

Este método permite considerar:

- Diferentes relaciones “altura/largo” del paño.
- Variadas condiciones y eficiencias del borde “i”
- La anisotropía mediante la relación modular de ruptura ortogonal ( $u$ )

El momento vertical es utilizado como momento crítico.

$$= .$$

En combinación con las cargas verticales sirve para el análisis de seguridad.

Deberá verificarse la seguridad a competencia de los apoyos (sobre todo de los verticales)

##### **A.6.2.- Para momentos transversales**

Causados por el empotramiento del extremo de entrepisos o techos.

Es aplicable el grafico de empotramiento, en este, el grado de empotramiento se expresa como: porcentaje del empotramiento perfecto.

Empotramiento de losas en muros de albañilería.

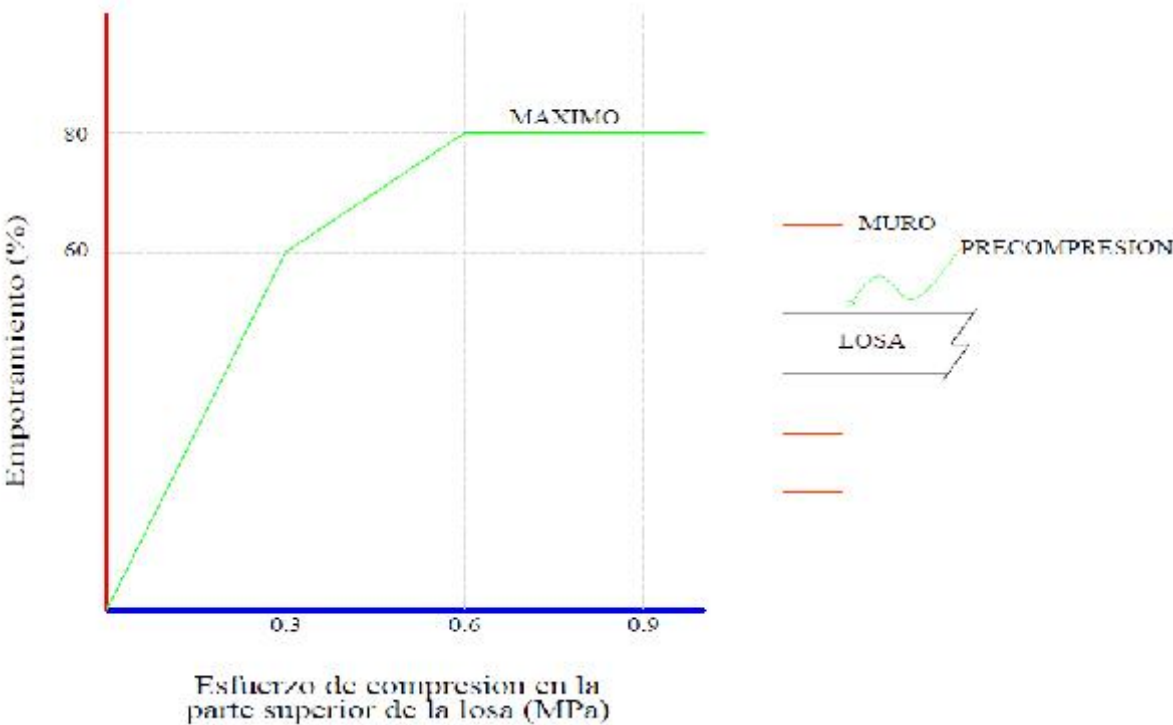
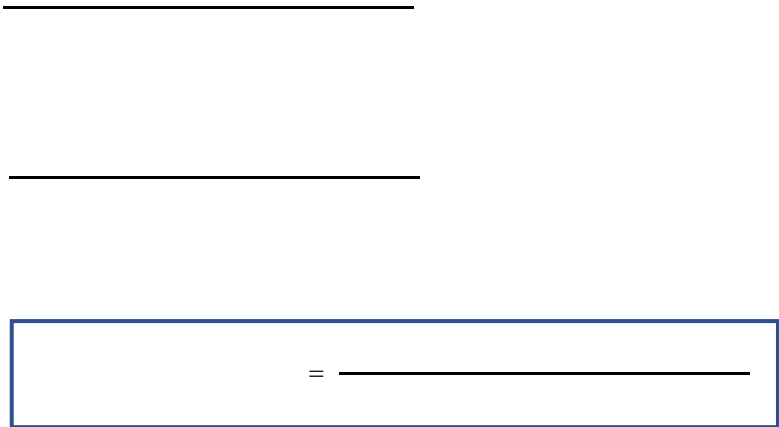


Figura 01: Empotramiento de losas en muros de albañilería.

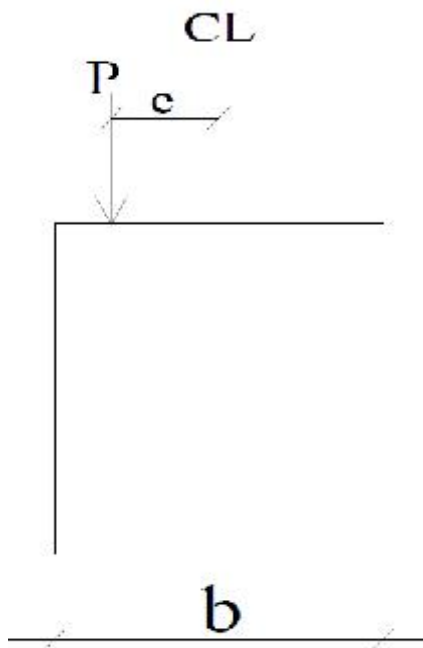


**A.6.3.- En losas continuas de entrepisos o techos.**

Distribuir el momento en el nudo asumiendo que el momento desbalanceado se reparte en proporción a la rigidez de los elementos concurrentes.



**A.6.6.- Muro con momentos transversales.**



$P$  = Carga vertical

$e$  = Excentricidad

**Momento** =  $P \cdot e$

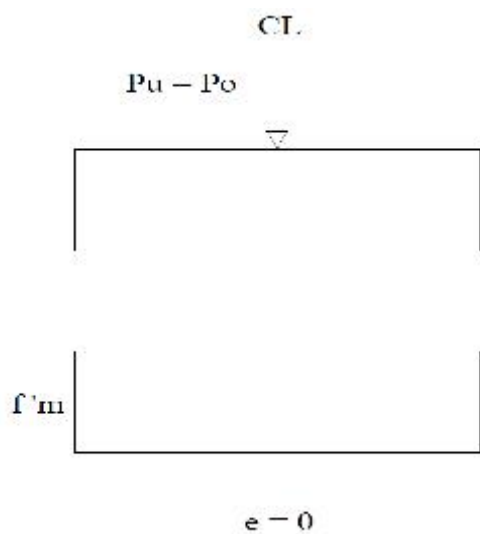
-Se puede determinar el diagrama de iteración moviendo la carga  $P$  desde una posición inicial centrada ( $e=0$ ,  $M=0$ ) hasta una posición de flexión pura (muros no portantes) y establecer la carga ultima:  $P_u$  para cada posición.

**Figura 03:** Muro con momentos transversales.

Se asumirán:

- Secciones simétricas
- Esbelteces reducidas
- Relación esfuerzo-deformación unitaria es lineal hasta la rotura.

**a.- Cuando:** =



La rotura ocurrirá cuando:

$$= 0 = \dots \dots \dots (6.1)$$

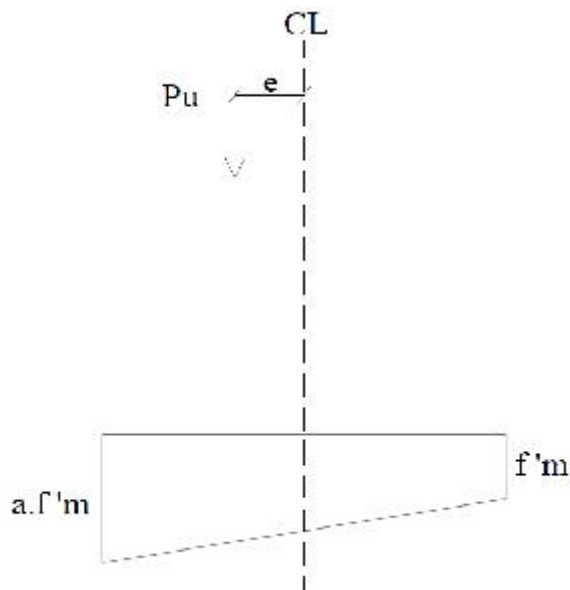
$A$  = Área de la sección

$f'm$  = Resistencia en compresión de la albañilería

$M = 0$

**Figura 04:** Muro con momentos transversales ( $e = 0$ )

**b.- Cuando:**  $e_k > e > 0$



$e_k$  = Es la distancia al borde del núcleo central.

-La rotura ocurre en el borde más comprimido y la resistencia en compresión por flexión es:

Sección no agrietada:

$$= \left( \frac{P_u}{A} - \frac{M}{I} y \right) = \frac{2}{b} \left( \frac{P_u}{A} - \frac{M}{I} y \right) \dots (6.2)$$

**Figura 05:** Muro con momentos transversales ( $e_k > e > 0$ )

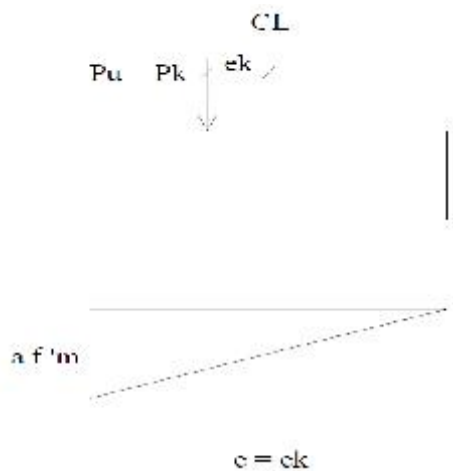
Donde:

**I:** Momento de inercia de la sección b

**b:** Ancho de la sección.

**Po:** El valor de la carga axial de rotura=A.fm

**c.- Cuando:**  $e = e_k$



-La rotura es un caso límite:

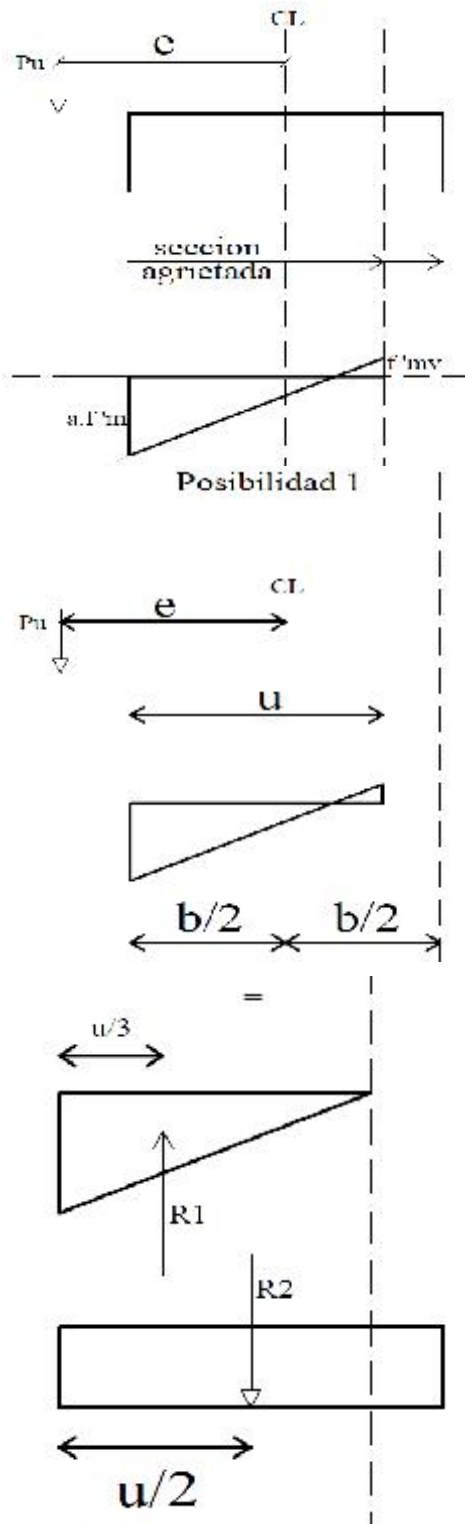
$$= \frac{P_u}{A} = \frac{P_u}{A} \dots (6.3)$$

$$= \frac{P_u}{A} = \frac{P_u}{A} \dots (6.4)$$

**Figura 06:** Muro con momentos transversales ( $e = e_k$ )



d.- Cuando: >



-Aparecen tracciones.

Existen 2 posibilidades de falla:

**1era Posibilidad: 1era Falla**

La resistencia característica en compresión a la flexión:

$$f'_{mv}$$

Se produce en la fibra extrema traccionada.

Entonces, La albañilería se agrieta.

Y en el otro extremo se llega a la resistencia característica en compresión por flexión:

$$a \cdot f'_{tm}$$

Entonces, Ocurre la falla

Relación entre Mu y Pu

$$= \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{g}{0} \right) \dots \dots \dots (6.5)$$

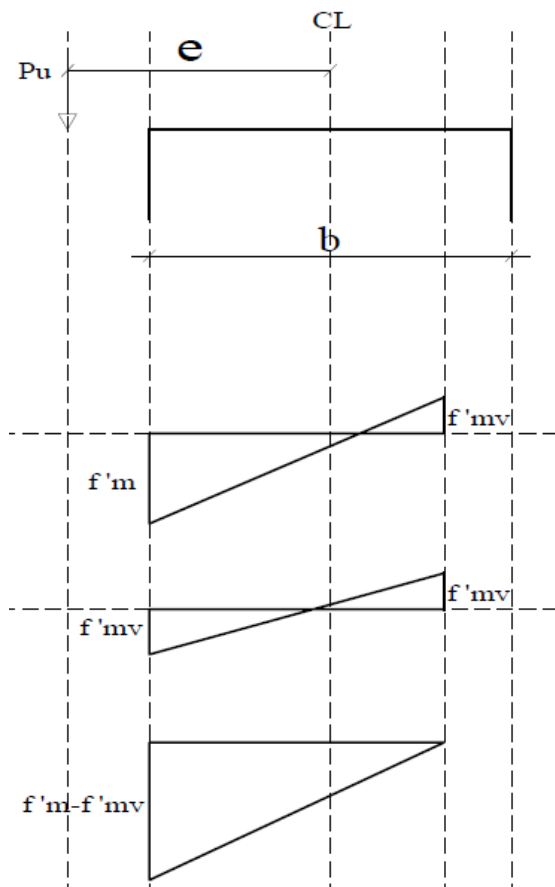
g: depende de la geometría de la sección.

$$= 2 \left( 1 - \frac{4}{2} \right) \dots \dots \dots (6.6)$$

La ecuación 6-5: corresponde a la curva de sección agrietada.

Figura 07: Muro con momentos transversales ( $e > e_k$ ) 1era falla.

**Segunda posibilidad de falla**



-Ocurre cuando la sección no puede desarrollar más resistencia que la lograda al presentarse un esfuerzo igual en la fibra traccionada, es decir:

$$=$$

Donde:

$f'_{mv}$  = Resistencia característica en flexión.

-Diagrama de esfuerzos en falla por flexión pura.

-Diagrama de esfuerzos para una carga ubicada al borde del eje neutro.

**Figura 08:** Muro con momentos transversales ( $e > e_k$ ) 2 da falla.

Relación entre  $M_u$  y  $P_u$

$$= \frac{2}{\dots} (\dots + \dots) \dots \dots \dots (6.7)$$

Esta ecuación corresponde a la recta de agrietamiento. El mayor valor de  $M_u$  es el mayor valor obtenido de las ecuaciones 6-5 y 6-7.

Donde:

$$= \dots \dots \dots (6.8)$$

## **B.- Análisis Sísmico.**

### **B.1.- Modelaje de la edificación**

Muros empotrados en la cimentación, actúan como voladizos.

El Cortante Basal se determina y se distribuye horizontalmente, es distribuido entre los muros proporcionalmente a sus rigideces laterales.

Se añade el Cortante por Torsión, surge debido a la excentricidad del centro de la fuerza cortante y centro de rigidez de los muros en el nivel considerado.

### **B.2.- Metodología de análisis**

Se utilizará el método del análisis por rigideces.

Consideraciones de análisis:

Toma en cuenta la rigidez de los muros en el sentido en el que se analiza.

- 1.- En cada entrepiso el muro se comporta en voladizo.
- 2.- La fuerza sísmica actúa en el nivel de cada piso.
- 3.- Todos los elementos resistentes en cualquier piso tienen el mismo desplazamiento horizontal relativo.
- 4.- La fuerza sísmica se distribuye en forma proporcional a la rigidez relativa de cada muro.

### **B.3.- Procedimiento de análisis por fuerzas horizontales.**

En esta parte del cálculo se verifica si las secciones de los muros de cada nivel son adecuadas para resistir los esfuerzos producidos por corte, originados por las fuerzas horizontales producidos por el sismo.

En este análisis partiremos con los muros ya predimensionados por cargas verticales.

Empezaremos analizando los muros del primer nivel, cuando los muros ya dimensionados resisten por corte, entonces, se analizará a los muros del segundo nivel y así sucesivamente.

#### **B.4.- Calculo del peso total de la edificación.**

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

Entonces, para una edificación de categoría C, el peso es el siguiente:

$$= \text{---} + 25\%$$

(Norma E. 030 Diseño Sismorresistente, Cap. 4)

#### **B.5.- Calculo de la fuerza sísmica horizontal “H”**

La fuerza horizontal o cortante total en la base debidos a la acción sísmica se determinará por la formula siguiente.

$$= \text{---}$$

El valor de “C/R” no deberá considerarse menor que:

$$= 0.125$$

Donde:

H: Fuerza sísmica.

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso o importancia.

C: Factor de amplificación sísmica.

S: Factor de suelo.

R: Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

P: Peso de la edificación.

(Norma E. 030 Diseño Sismorresistente, Cap. 4)

#### **B.6.- Distribución de “H” en la altura del edificio.**

Según la norma E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, la fuerza horizontal o “H” se distribuirá en la altura de la edificación de la siguiente manera:

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

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

a) Para T menor o igual a 0,5 segundos:  $k = 1,0$ .

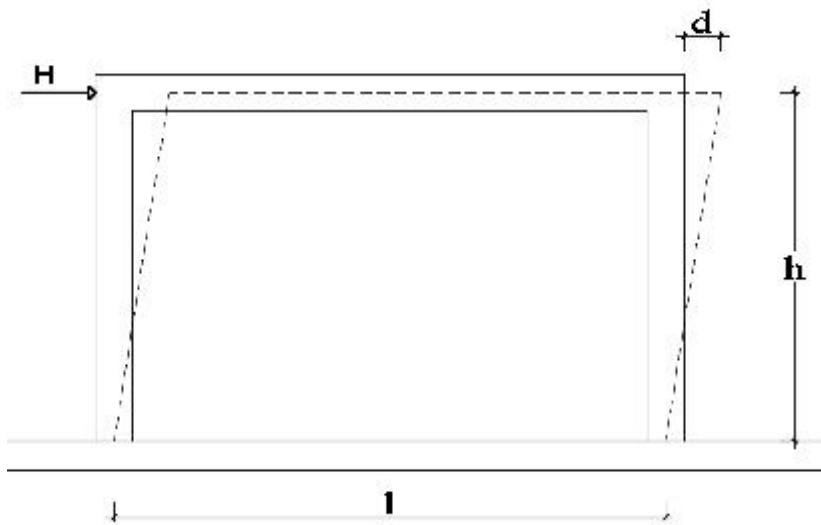
b) Para T mayor que 0,5 segundos:  $k = (0,75 + 0,5 T) \quad 2,0$ .

(Norma E. 030 Diseño Sismorresistente, Cap. 4)

**B.7.- Determinación de la rigidez de los muros de albañilería.**

La rigidez de un muro se expresa de la siguiente manera:

$$= \frac{H}{\Delta}$$



$$= \Delta$$

**Figura 09:** Deformación total de los muros.

**-Deformación total de los muros**

$$= \Delta_f + \Delta_s$$

Donde:

$\Delta_f$  = Deformación por Flexión.

$\Delta_s$  = Deformación por Corte.

**-Deformación por Flexión.**

$$= \frac{H \cdot h^3}{12 \cdot E \cdot I}$$

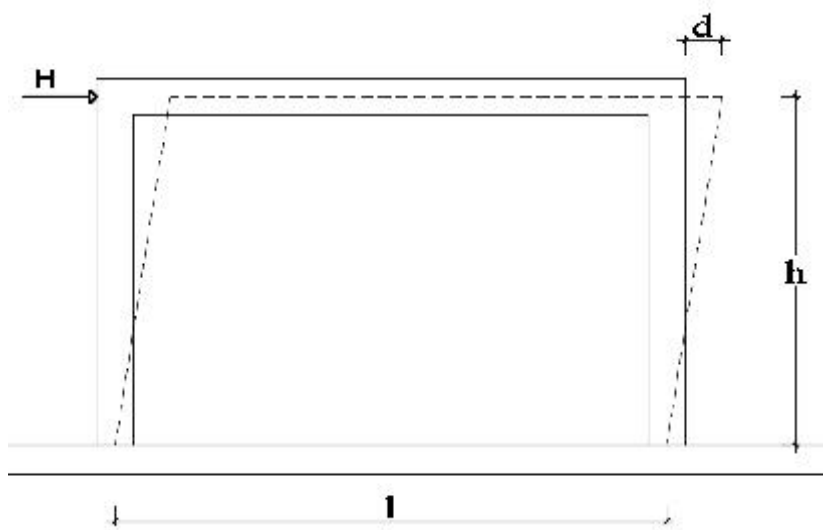
**-Deformación por Corte.**

$$= \frac{1}{G} \dots \dots \dots =$$

**-Rigidez equivalente.**

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}, \quad \therefore \quad K = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}}$$

**-Rigidez por Flexión (  $K_f$  )**



$$= \frac{h^3}{3}, \quad \therefore$$

$$= \frac{3}{h^3}$$

Donde:

$$= \frac{h^3}{12}$$

**Figura 10:** Rigidez por flexión ( $K_f$ )

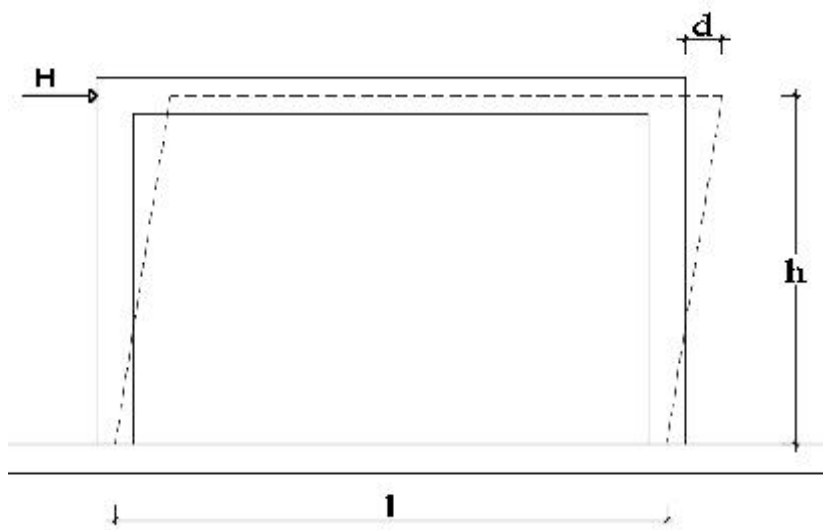
Rigidez por flexión:

$$= \frac{1}{K}$$

Reemplazando valores:

$$= \frac{\cdot}{4(-)^3}$$

**-Rigidez por Corte (  $K_s$  )**



$$= \frac{1,2}{\cdot}$$

Donde:

G: Módulo de corte.

$$G = 0,4E$$

A: Área de la sección.

$$A = l.t$$

**Figura 11:** Rigidez por corte ( $K_s$ )

Rigidez por corte:

$$= \text{---}$$

Reemplazando valores:

$$= \frac{\cdot}{3(-)}$$



**-Rigidez del Muro.**

$$= \frac{1}{\frac{1}{E} + \frac{1}{E}}$$

Reemplazando valores:

$$= \frac{1}{4(-)^3 + 3(-)}$$

Donde:

E = Módulo de la elasticidad de la albañilería.

t = Espesor del muro perpendicular a la dirección analizada.

l = Longitud del muro paralelo a la dirección analizada.

h = altura del muro.

### B.8.- Distribución de la fuerza cortante en planta.

La fuerza cortante en cada nivel se distribuye proporcionalmente a la rigidez de cada muro.

Este cálculo se hace en las dos direcciones.

La rigidez de un muro de albañilería es:

$$= \frac{\cdot}{3(-) + 4(-)^3}$$

Donde:

E: Modulo de elasticidad de la albañilería.

t: Espesor del muro perpendicular a la dirección considerada.

h: altura del muro.

l: longitud del muro paralelo a la dirección considerada.

La fuerza cortante de cada muro es:

$$= \text{---}$$

Donde:

$V_{\text{tras}}$ : Fuerza cortante en el muro "i" obtenida por traslación.

$V_n$ : Fuerza cortante en el nivel "n".

## B.9.- Corrección por torsión.

### B.9.1 Determinar el Centro de Rigidez (CR)

Se obtiene con la rigidez de cada muro y su ubicación con respecto a un sistema de ejes referenciales.

$$= \frac{\sum (K_i \cdot X_i)}{\sum K_i}$$

$$= \frac{\sum (K_i \cdot Y_i)}{\sum K_i}$$

### B.9.2 Determinar el Centro de Masa (CM)

-Cuando la disposición de los muros es muy simétrica respecto a las dos direcciones principales, el centro de masa coincide con el centro de gravedad de la geometría en planta de la edificación.

-Si el centro de masa no coincide con el centro de gravedad se aplica la siguiente relación.

$$= \frac{(\sum P_i \cdot X_i)}{(\sum P_i)}$$

$$= \frac{(\sum P_i \cdot Y_i)}{(\sum P_i)}$$

Donde:

$P_i$ : Carga de gravedad que soporta el muro "i".

$K_{ix}$ : Rigidez lateral del muro "i" en la dirección "X".

$K_{iy}$ : Rigidez lateral del muro "i" en la dirección "Y".

$X_i, Y_i$ : Ubicación de cada muro con respecto a un sistema de ejes referenciales.

### **B.9.3 Momento Torsor.**

Si el centro de masa (CM) no coincide con el centro de rigidez (CR), entonces, se produce un momento Torsor, el cual produce un incremento en los cortantes de los muros.

Este incremento debe ser considerado en el diseño.

El momento Torsor se evalúa en cada nivel y en cada dirección del sismo.

#### Sismo en el sentido X.

-Excentricidad (e)

$$e_y = Y_{CM} - Y_{CR}$$

-Excentricidad accidental ( $e_{acc}$ )

$$e_{acc} = 0,05 d_y \dots\dots\dots d_y: \text{dimensión del edificio en el eje "Y"}$$

#### Sismo en el sentido Y.

-Excentricidad (e)

$$e_x = X_{CM} - X_{CR}$$

-Excentricidad accidental ( $e_{acc}$ )

$$e_{acc} = 0,05 d_x \dots\dots\dots d_x: \text{dimensión del edificio en el eje "X"}$$

#### Momentos Torsores para cada sentido del sismo:

-Condición 1:

$$M_t = V_n (1,5e + e_{acc})$$

-Condición 2:

$$M_t = V_n (e - e_{acc})$$

Donde:

$V_n$ : Fuerza cortante del piso.

Incrementos de fuerza cortante debido al momento Torsor " $M_t$ "

$$= \frac{(\text{---})}{\text{---}}$$

$$= \frac{(\text{---})}{\text{---}}$$

Donde:

$M_t$ : Momento Torsor.

$$= \text{---} -$$

$$= \text{---} -$$

J: Momento Polar de Inercia.

$$= (\text{---}^2) + (\text{---}^2)$$

Para cada muro se tendrá:

$V_{\text{tras}}$  = Cortante del muro "i" por Traslación.

$V_1$  = Incremento de la fuerza cortante debido a la Condición 1.

$V_2$  = Incremento de la fuerza cortante debido a la Condición 2.

Elección del incremento de fuerza cortante:

- 1.- si:  $V_1 > 0$  y  $V_2 > 0$ , entonces, Se toma el mayor valor.
- 2.- si:  $V_1 < 0$  y  $V_2 < 0$ , entonces, No se consideran y se diseña con  $V_{Traslacion}$ .
- 3.- si:  $V_1 > 0$  y  $V_2 < 0$  o viceversa, entonces, Se toma el valor positivo.

Evaluar la fuerza cortante total de diseño en cada muro.

$$V_{Diseño} = V_{Traslacion} + V_{Torsion}$$

**B.10.- Resumen del procedimiento de análisis**

- 1.- Calculo del peso total de la edificación.
- 2.- Calculo de la fuerza sísmica horizontal “H”
- 3.- Distribución de “H” en la altura del edificio.
- 4.- Determinación de la rigidez de los muros de albañilería.
- 5.- Distribución de la fuerza cortante en planta.
- 6.- Corrección por torsión.
- 7.- Verificar que los esfuerzos cortantes actuantes ( $V_m$ ) < Esfuerzos cortantes admisibles.  
( $V_{admisible}$ )

Es decir:

<

## **2.3.2 Definición de términos básicos.**

### **2.3.3.1 Albañilería Confinada.**

La albañilería confinada es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc.

En este tipo de viviendas primero se construye el muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas.

### **2.3.3.2 Viviendas Informales.**

Varios criterios diferencian una vivienda informal de una formal. El primero y más básico es el factor legal: poseer un título de propiedad y una licencia de construcción. Esta última, otorgada por la municipalidad, da al propietario la confianza de que su edificación se va a establecer en un suelo seguro y con los planos técnicos correspondientes. (Grupo el Comercio, 2018)

Gran parte de la informalidad en el sector construcción viene dada por la construcción informal de viviendas familiares y multifamiliares a lo largo y ancho de todo el territorio nacional, esta práctica esta tan extendida que ya casi es una cultura de construcción que pone en peligro a las personas que lo habitan y a las personas que circulan alrededor de estas construcciones vulnerables a los movimientos telúricos.

### **2.3.3.3 Unidad de Albañilería.**

Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.

Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.

Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial. (Norma E. 070 Albañilería, Cap. 3)

**Tabla 06:** Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_c$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
	Ladrillo I	± 8	± 6		
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	+ 4	+ 3	+ 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	+ 4	+ 3	+ 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	+ 7	+ 6	+ 4	8	2,0 (20)

Fuente: Norma E. 070 Albañilería

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 11. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

**Tabla 07:** Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.

TIPO	LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES		ZONA SÍSMICA 1
	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	Si, hasta dos pisos	Si
Sólido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta 2 pisos

Fuente: Norma E. 070 Albañilería

### 2.3.3.4 Mortero.

#### -Definición

El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.



### **2.3.3.5 Acero de Refuerzo.**

La armadura deberá cumplir con lo establecido en las Norma Barras de Acero con Resaltes para Concreto Armado (NTP 341.031). 8.2 Sólo se permite el uso de barras lisas en estribos y armaduras electrosoldadas usadas como refuerzo horizontal. La armadura electrosoldada debe cumplir con la norma de Malla de Alambre de Acero Soldado para Concreto Armado NTP 350.002. (Norma E. 070 Albañilería, Cap. 3)

### **2.3.3.6 Concreto.**

El concreto de los elementos de confinamiento tendrá una resistencia a la compresión mayor o igual a 17,15MPa (175kg / cm<sup>2</sup> ) y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. (Norma E. 070 Albañilería, Cap. 3)

### **2.3.3.7 Resistencia de Prismas de Albañilería.**

Los prismas son especímenes que nos permiten predecir el comportamiento de los muros de albañilería, mediante ensayos. El objetivo de los prismas es que representen a los muros reales de la mejor manera posible, por lo que deben estar expuestos a las mismas condiciones y tener las mismas variables que determinan sus características (humedad, tipo de ladrillos, dosificación del mortero, espesor de las juntas, asentado, mano de obra, etc.). La construcción de pilas y muretes nos dan a conocer la resistencia a compresión, el módulo de elasticidad, resistencia al corte y módulo de corte de la albañilería. (Pari y Manchego, 2017, p.26)

### **2.3.3.8 Comportamiento Sísmico de la Albañilería Confinada.**

El análisis sísmico de una estructura es el estudio de su comportamiento frente a posibles movimientos telúricos, obteniendo la respuesta en fuerzas producidas en los distintos elementos del edificio y sus desplazamientos. El diseño debe ser capaz de cumplir los siguientes objetivos en forma económica:

- Durante sismos leves, la estructura no debe presentar daño alguno.
- Durante sismos moderados, la estructura debe soportar las fuerzas producidas experimentando posibles daños dentro de los límites tolerables, con posibilidad de ser resanados.
- Durante sismos severos, la estructura debe evitar el colapso y proteger la vida de los ocupantes. (Hernández, 2012, p.19)

### 2.3.4 Hipótesis de investigación.

**-Hernández, L. (2012).** En “*DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. El cual tiene como hipótesis general:  
Es posible realizar el análisis y diseño estructural de un edificio de 5 pisos con tanque elevado destinado al uso de viviendas, ubicado en Lima.

**-Santillán, J. (2015).** En “*DISEÑO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES CON SEMI-SOTANO EN CONCRETO ARMADO Y ELEMENTOS PREFABRICADOS-CIUDAD DE HUANUCO*” (informe de suficiencia). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. El cual tiene como hipótesis general:  
Es factible realizar el diseño estructural de un edificio de 6 niveles con semisótano de concreto armado y elementos prefabricados, destinado al uso de viviendas, ubicado en la ciudad de Huánuco.

**-Pari, S. & Manchego, J. (2017).** En “*ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN VIVIENDAS DE BAJA ALTURA EN LIMA, PERÚ*” (tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. El cual tiene como hipótesis general:  
Se puede Identificar estados de daño asociados con el desempeño estructural de muros de albañilería confinada.

**-Sáenz, L. (2016).** En “*COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE TABIQUES CONSTRUIDOS CON LADRILLOS PANDERETA*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. El cual tiene como hipótesis general:  
Es posible evaluar experimentalmente el comportamiento sísmico de tabiques contruidos con ladrillo pandereta para un pórtico con tabiquería de relleno (Ensayo cíclico coplanar) y un pórtico con tabiquería arriostrada a las columnetas (Ensayo de cargas perpendiculares al plano).

**-Chuquín, C. & Paredes, J. (2006).** En “*COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO CONFINADO CON INSTALACIÓN SANITARIA EN SU INTERIOR*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. El cual tiene como hipótesis general:

Es factible comparar la influencia del procedimiento constructivo seguido para la instalación de tuberías en muros de albañilería confinada en su comportamiento sísmico.

## **2.4 HIPÓTESIS GENERAL.**

a.-Es factible evaluar la Norma E. 070 Albañilería para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.

## **2.5 HIPÓTESIS ESPECIFICAS.**

a.- Es factible evaluar la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones en la ciudad de Huacho, 2019.

b.-Es factible obtener el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.

c.-Es posible Establecer los parámetros físicos de la albañilería confinada, necesarios para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.

d.-Es posible determinar la capacidad portante del terreno donde se construirá un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.

e.-Es posible programar el software “Microsoft Excel 2016 ” para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

**Tabla 08:** Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
<p><b>Variable Independiente (X)</b></p> <p><i>EVALUACIÓN DE LA NORMA E.070 ALBAÑILERÍA</i></p>	<p>La evaluación de la Norma E. 070 Albañilería es la evaluación sistemática del mérito, el valor y el significado de sus artículos en función de unos criterios respecto a un conjunto de pautas.</p>	<p>La evaluación de la Norma E. 070 Albañilería implica el estudio minucioso de sus artículos y su posterior aplicación en un caso práctico para poder descubrir sus deficiencias o limitaciones, de esta manera se podrá contribuir en su posible mejora.</p>	<p><b>D1:</b> Estudio minucioso de sus artículos.</p> <p><b>D2:</b> Aplicación en un caso práctico.</p> <p><b>D3:</b> Descubrir sus deficiencias o limitaciones.</p>	<p><b>D.1.1:</b> Leer cada uno de sus artículos.</p> <p><b>D.1.2:</b> comparación con otras normas.</p> <p><b>D.2.1:</b> Estimación de parámetros.</p> <p><b>D.2.2:</b> Cálculos matemáticos.</p> <p><b>D.3.1:</b> Localización de deficiencias.</p> <p><b>D.3.2:</b> Comprobación de deficiencias.</p>	<p><b>T:</b> Análisis documental</p> <p><b>I:</b> Análisis de contenido</p> <p><b>T:</b> Análisis documental</p> <p><b>I:</b> Análisis de contenido</p> <p><b>T:</b> Entrevistas</p> <p><b>I:</b> Guía de entrevista</p>
<p><b>Variable Dependiente (Y)</b></p> <p><i>ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR</i></p>	<p>El análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar son los cálculos realizados en la etapa de anteproyecto, necesarios para que el edificio se comporte de manera adecuada frente a cargas de gravedad y de sismo.</p>	<p>El análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar es el resultado de una serie de cálculos matemáticos, estimación de parámetros y la aplicación de la norma correspondiente.</p>	<p><b>d1:</b> Cálculos matemáticos.</p> <p><b>d2:</b> Estimación de parámetros.</p> <p><b>d3:</b> Aplicación de la norma correspondiente.</p>	<p><b>d.1.1:</b> Programación de hojas de cálculo.</p> <p><b>d.1.2:</b> Introducción de datos.</p> <p><b>d.2.1:</b> Búsqueda de datos.</p> <p><b>d.2.2:</b> Selección de datos.</p> <p><b>d.3.1:</b> Evaluación de la norma.</p> <p><b>d.3.2:</b> Aplicación de la norma.</p>	<p><b>T:</b> Análisis documental</p> <p><b>I:</b> Análisis de contenido</p> <p><b>T:</b> Entrevistas</p> <p><b>I:</b> Guía de entrevista</p> <p><b>T:</b> Análisis documental</p> <p><b>I:</b> Análisis de contenido</p>

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

##### 3.1.1 Tipo de investigación

-Según su finalidad.

Es **APLICADA**, busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren.

-Según la intervención del investigador.

Es **EXPERIMENTAL**, existe intervención del investigador.

-Según la planificación de la toma de datos.

Es **RETROSPECTIVO**, los datos se recogen de registros donde el investigador no tuvo participación (secundarios).

-Según el número de ocasiones en que se mide la variable de estudio.

Es **LONGITUDINAL**, la variable de estudio es medida en dos o más ocasiones, por ello, de realizar comparaciones (antes-después) son entre muestras relacionadas.

-Según el número de variables de interés.

Es **ANALÍTICO**, el análisis estadístico por lo menos es bivariado, por que plantea y pone a prueba hipótesis, su nivel más básico establece la asociación entre factores.

##### 3.1.2 Nivel de investigación.

El nivel de la investigación será **EXPLICATIVO**.

### **3.1.3 Diseño.**

El presente trabajo de investigación será de tipo PRE-EXPERIMENTAL, con dos observaciones.

$$\mathbf{GE: Y_1-----X-----Y_2}$$

**Donde:**

**GE:** Grupo experimental

**X:** Variable

**Y<sub>1</sub>:** Pre-test

**Y<sub>2</sub>:** Post-test

### **3.1.4 Enfoque.**

El enfoque de la investigación será *CUANTITATIVO*.

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 Población**

La población de la presente investigación está conformada por la Norma E. 070 ALBAÑILERÍA, que pertenece al REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE)

### **3.2.2 Muestra**

La muestra para el trabajo de investigación lo integran los siguientes capítulos de la Norma E.070 ALBAÑILERÍA:

-Capítulo 6: Estructuración

-Capítulo 7: Requisitos estructurales mínimos

-Capítulo 8: Análisis y diseño estructural

-Capítulo 9: Diseño para cargas ortogonales al plano del muro.

### **3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1 Técnicas a emplear**

Para analizar la información se utilizarán las siguientes técnicas.

-Análisis documental.

-Entrevistas

#### **3.3.2 Descripción de los instrumentos**

La información necesaria para llevar a cabo el presente trabajo de investigación se obtendrá de los siguientes instrumentos de recolección de datos:

-Análisis de contenido.

-Guía de entrevista.

### **3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.**

Para el procesamiento de la información se utilizarán las siguientes técnicas.

-Registro manual, ordenamiento y clasificación.

-Procesamiento computarizado con el software “Microsoft Excel 2016”

-Procesamiento computarizado con el software “SPSS 23.0”

-Procesamiento computarizado con el software “ETAPS 2016”

-Procesamiento computarizado con el software “AUTOCAD 2018”



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

##### 4.1.1 ASPECTOS GENERALES

###### 4.1.1.1 Descripción del proyecto

El terreno del edificio multifamiliar se encuentra ubicado en el Distrito de Huacho, Provincia de Huaura, Departamento de Lima.

El terreno es de forma rectangular y tiene las siguientes dimensiones: 23.5 metros de largo y 18 metros de ancho, por lo tanto, cuenta con un área bruta de 423 metros cuadrados. El área techada de cada nivel es 394.45 m<sup>2</sup>. El terreno ocupa una manzana completa, este detalle hace a las áreas de los departamentos más funcionales, es decir, iluminados y ventilados.

La altura de piso-techo considerada para el edificio multifamiliar es de 2.50 m, contempla también una losa aligerada armada en una sola dirección de 0.20 m de peralte. Considerando estas alturas de los departamentos, la edificación de 3 pisos alcanza una altura total de 8.10 m.

El edificio multifamiliar contará con 3 pisos y una azotea. Cada piso tendrá 6 departamentos de 55 m<sup>2</sup> aproximadamente, haciendo un total de 18 departamentos.

El edificio cuenta con 3 departamentos típicos para optimizar el proceso constructivo.

La distribución de áreas de los departamentos fue optimizada al máximo para aprovechar cada metro cuadrado y garantizar espacios cómodos y funcionales para las familias que lo habitarán. Cada departamento contará con los siguientes espacios:

1 sala

1 comedor

1 cocina

1 SS. HH común.

2 habitaciones (principal y secundaria).

El acceso a todos los departamentos es a través de una escalera integrada y un corredor común, ambos con las medidas adecuadas y reglamentarias.

#### **4.1.1.1.1 Descripción arquitectónica**

Para la distribución arquitectónica de los departamentos y accesos del edificio multifamiliar se hizo uso de las siguientes Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones:

-Norma A. 010 “Condiciones generales de diseño”

-Norma A. 020 “Vivienda”

#### **4.1.1.1.2 Descripción estructural**

El edificio multifamiliar a analizar y diseñar estructuralmente está estructurado bajo el sistema de “Albañilería Confinada” el cual consiste en una losa aligerada apoyada en muros portantes de ladrillo y/o en vigas.

Los muros son portantes de cargas de gravedad (verticales) y de cargas sísmicas (horizontales), siendo las columnas elementos de confinamiento de la albañilería.

Los muros están distribuidos en las dos direcciones ortogonales principales de la edificación, y están unidos por los entrepisos y el techo de concreto armado.

La distribución simétrica de los muros en planta, así como una densidad adecuada en las dos direcciones es determinante para un buen comportamiento sismo-resistente y de esta manera disminuye los efectos producidos por torsión.

En la albañilería confinada se construyen primero los muros de ladrillo y posteriormente se vacían las columnas de confinamiento de tal manera que se desarrolle una buena adherencia entre los materiales.

Para el adecuado análisis y diseño estructural del edificio multifamiliar se hará uso de las siguientes Normas en específico del Reglamento Nacional de Edificaciones:

-E. 020 CARGAS.

-E. 030 DISEÑO SISMO RESISTENTE.

-E. 060 CONCRETO ARMADO.

-E. 070 ALBAÑILERIA.

#### **4.1.1.2 Normas empleadas**

Específicamente se usaron las siguientes Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para el desarrollo de la presente investigación:

- G. 010 CONSIDERACIONES BÁSICAS
- G. 020 PRINCIPIOS GENERALES
- G. 030 DERECHOS Y RESPONSABILIDADES
- TH. 010 HABILITACIONES RESIDENCIALES.
- A. 010 CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO
- A. 020 VIVIENDA.
- E. 020 CARGAS.
- E. 030 DISEÑO SISMO RESISTENTE.
- E. 050 SUELOS Y CIMENTACIONES.
- E. 060 CONCRETO ARMADO.
- E. 070 ALBAÑILERÍA.
- E. 090 ESTRUCTURAS METÁLICAS.
- IS. 010 INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES.

#### **4.1.1.3 Propiedades de los materiales**

Para la presente investigación se consideró las siguientes propiedades mecánicas de los materiales:

##### **ALBAÑILERÍA:**

-Unidad de albañilería

Ladrillo King Kong sólido industrial (30% de vacíos) tipo V

-Resistencia de las unidades a compresión axial ( $f'_b$ )

$$f'_b = 145 \text{ kg/cm}^2$$

-Resistencia de la albañilería a compresión axial en pilas ( $f'_m$ )

$$f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$$

-Resistencia de la albañilería a corte en muretes ( $v'_m$ )

$$v'_m = 8.1 \text{ kg/cm}^2$$

-Módulo de Elasticidad ( $E_m$ )

$$E_m = 500 * f'_m$$

$$E_m = 32,500 \text{ kg/cm}^2$$

-Módulo de Corte ( $G_m$ )

$$G_m = 0.4 * E_m$$

$$G_m = 13,000 \text{ kg/cm}^2$$

Factores de acuerdo con la **tabla 9** de la norma E. 070 “albañilería” del RNE.

### CONCRETO:

-Resistencia a la Compresión ( $f'_c$ )

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

-Módulo de Elasticidad ( $E_c$ )

$$E_c = 15,000 f'_c$$

$$E_c = 217,000 \text{ kg/cm}^2$$

-Módulo de Corte ( $G$ )

$$G = E_c/2.3$$

$$G = 94,500$$

-Módulo de Poisson ( $\nu$ )

$$\nu = 0.15$$

-Deformación Unitaria Máxima (  $\epsilon_u$  )

$$\epsilon_u = 0.003$$

### ACERO DE REFUERZO

Fierro corrugado ASTM A706 – Grado 60

Esfuerzo de Fluencia ( $f'_y$ )

$$f'_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

Módulo de Elasticidad ( $E_s$ )

$$E_s = 2'000,000 \text{ kg/cm}^2$$

## 4.1.2 PREDIMENSIONAMIENTO

### 4.1.2.1 Muros de albañilería

#### 4.1.2.1.1 Espesor de los muros portantes.

-Consideraciones.

El espesor efectivo (t) mínimo será:

$$\frac{2.5}{20} \geq \frac{2.3}{3.}$$

$$\frac{2.5}{20} = 0.125$$

Donde “h” es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo.

Verificar:

$$0.125 < 0.130$$

$$0.125 < 0.130 \dots\dots\dots$$

-Luego de verificar lo anterior, el aparejo de soga con un espesor de 13 cm será usado en los cálculos posteriores.

#### 4.1.2.1.2 Densidad de los muros portantes.

La densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$t = \frac{Z \cdot U \cdot S}{56}$$

Donde: “Z”, “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

“N” es el número de pisos del edificio;

“L” es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen); y,

“t” es el espesor efectivo del muro

-A continuación, se presentan los valores de los parámetros correspondientes a nuestro edificio en análisis.

<b>Z=</b>	0.45	ZONA 4
<b>U=</b>	1.00	CATEGORIA C
<b>S=</b>	1.05	PERFIL TIPO S2: SUELOS INTERMEDIOS
<b>N=</b>	3	NUMERO DE PISOS

$$\frac{\dots}{56} = \frac{0.45 \cdot 1.00 \cdot 1.05 \cdot 3}{56} = 0.0253 = 2.53 \%$$

-Este valor representa la densidad mínima de muros portantes y será comparada posteriormente con la densidad de muros portantes en cada dirección del edificio en análisis.

-A continuación, se presenta una tabla en donde se indica la longitud de muros (L), espesor del muro (t) y su área de corte (Ac = L.t)

**Tabla 09:** Densidad de muros portantes en la dirección “X”.

MURO	APAREJO	L (m)	t (m)	L.t (m2)
X1	Soga	3.40	0.13	0.44
X2	Soga	1.99	0.13	0.26
X3	Soga	1.99	0.13	0.26
X4	Soga	2.10	0.13	0.27
X5	Soga	3.43	0.13	0.45
X6	Soga	3.80	0.13	0.49
X7	Soga	3.75	0.13	0.49
X8	Soga	3.43	0.13	0.45
X9	Soga	1.20	0.13	0.16
X10	Soga	3.25	0.13	0.42
X11	Soga	1.35	0.13	0.18
X12	Soga	3.12	0.13	0.41
X13	Soga	1.20	0.13	0.16
X14	Soga	1.70	0.13	0.22
X15	Soga	3.80	0.13	0.49
X16	Soga	3.30	0.13	0.43
X17	Soga	4.75	0.13	0.62
X18	Soga	3.83	0.13	0.50
X1'	Soga	3.40	0.13	0.44
X2'	Soga	1.99	0.13	0.26
X3'	Soga	1.99	0.13	0.26

X4'	Soga	2.10	0.13	0.27
X5'	Soga	3.43	0.13	0.45
X6'	Soga	3.80	0.13	0.49
X7'	Soga	3.75	0.13	0.49
X8'	Soga	3.43	0.13	0.45
X9'	Soga	1.20	0.13	0.16
X10'	Soga	3.25	0.13	0.42
X11'	Soga	1.35	0.13	0.18
X12'	Soga	3.12	0.13	0.41
X13'	Soga	1.20	0.13	0.16
X14'	Soga	1.70	0.13	0.22
X15'	Soga	3.80	0.13	0.49
X16'	Soga	3.30	0.13	0.43
				$\Sigma = 12.25$

Fuente: Elaboración propia

$$= 394.45$$

$$\frac{\cdot}{\cdot} = 0.0310 = 3.10\%$$

**Tabla 10:** Densidad de muros portantes en la dirección “Y”.

MURO	Aparejo	L (m)	t (m)	L.t (m2)
Y1	Soga	1.58	0.13	0.21
Y2	Soga	1.43	0.13	0.19
Y3	Soga	1.23	0.13	0.16
Y4	Soga	1.65	0.13	0.21
Y5	Soga	1.98	0.13	0.26
Y6	Soga	2.25	0.13	0.29
Y7	Soga	3.13	0.13	0.41
Y8	Soga	2.58	0.13	0.34
Y9	Soga	2.25	0.13	0.29
Y10	Soga	1.58	0.13	0.21
Y11	Soga	1.90	0.13	0.25
Y12	Soga	1.38	0.13	0.18
Y13	Soga	1.73	0.13	0.22
Y14	Soga	1.38	0.13	0.18
Y15	Soga	3.05	0.13	0.40
Y16	Soga	1.88	0.13	0.24
Y17	Soga	2.25	0.13	0.29
Y18	Soga	2.25	0.13	0.29
Y19	Soga	2.98	0.13	0.39
Y20	Soga	3.85	0.13	0.50
Y21	Soga	1.65	0.13	0.21
Y1'	Soga	1.58	0.13	0.21
Y2'	Soga	1.43	0.13	0.19
Y3'	Soga	1.23	0.13	0.16
Y4'	Soga	1.65	0.13	0.21
Y5'	Soga	1.98	0.13	0.26
Y6'	Soga	2.25	0.13	0.29
Y7'	Soga	3.13	0.13	0.41
Y8'	Soga	2.58	0.13	0.34
Y9'	Soga	2.25	0.13	0.29
Y10'	Soga	1.58	0.13	0.21
Y11'	Soga	1.90	0.13	0.25
Y12'	Soga	1.38	0.13	0.18
Y13'	Soga	1.73	0.13	0.22
Y14'	Soga	1.38	0.13	0.18
Y15'	Soga	3.05	0.13	0.40
Y16'	Soga	1.88	0.13	0.24
Y17'	Soga	2.25	0.13	0.29
Y18'	Soga	2.25	0.13	0.29
Y20'	Soga	3.85	0.13	0.50
Y21'	Soga	1.65	0.13	0.21

Fuente: Elaboración propia

$$\dots = 11.04 \text{ }^2$$

$$= 394.45 \text{ }^2$$

$$\frac{\dots}{\dots} = 0.0280 = 2.80\%$$

-Luego de obtener la densidad de muros portantes en cada dirección del edificio en análisis, se procede a compararlas con la densidad mínima de muros portantes:



$$\frac{\quad}{\quad} \cdot 2.53 \%$$

**-Dirección X:**

$$3.10 \% \quad 2.53 \% \dots\dots\dots$$

**-Dirección Y:**

$$2.80 \% \quad 2.53 \% \dots\dots\dots$$

-Luego de verificar los resultados se puede apreciar que la densidad de muros en cada dirección del edificio es el adecuado, por lo tanto, se puede proseguir con el análisis.

**4.1.2.1.3 Verificación del esfuerzo axial por cargas de gravedad**

El esfuerzo axial máximo (  $m$  ) producido por la carga de gravedad máxima de servicio ( $P_m$ ), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$= \frac{\quad}{\quad} \cdot 0.2 \quad \left[ 1 - \left( \frac{\quad}{35.} \right)^2 \right] \cdot 0.15.$$

-Datos para el diseño

$h = 2.50 \text{ m}$

$t = 0.13 \text{ m}$

$f^m = 65 \text{ kg/cm}^2$

-Cálculo del esfuerzo admisible por carga axial ( $F_a$ )

$$= 0.2 \quad \left[ 1 - \left( \frac{\quad}{35.} \right)^2 \right]$$

$$= 9.08 \quad / \quad 2$$

Verificamos que  $F_a$  sea menor a:

$$0.15 \cdot \frac{9.75}{2} < \frac{9.08}{2}$$

-Cálculo del esfuerzo axial máximo

**Tabla 11:** Cargas unitarias.

<b>Carga Muerta (CM)</b>	
Peso del Concreto Armado	2.40 Tn/m <sup>3</sup>
Peso de la Albañilería (unidades Solidas)	1.80 Tn/m <sup>3</sup>
Peso de Losa aligerada armada en una sola dirección	0.30 Tn/m <sup>2</sup>
Peso de los Acabados	0.10 Tn/m <sup>2</sup>
<b>Carga Viva (CV)</b>	
S/C en Viviendas	0.20 Tn/m <sup>2</sup>
S/C en Corredores y Escaleras	0.20 Tn/m <sup>2</sup>
S/C en Azotea	0.10 Tn/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12:** Peso propio

<b>Losa Aligerada (e=0.20m):</b>	<b>0.40 Tn/m<sup>2</sup></b>
Losa aligerada armada en una sola dirección	0.30 Tn/m <sup>2</sup>
Peso de los Acabados	0.10 Tn/m <sup>2</sup>
<b>Muro de Albañilería - Soga (e=0.13m, h=2.5):</b>	<b>0.59 Tn/m</b>
Peso de la albañilería (e=0.13m, h=2.5m)	0.59 Tn/m

Fuente: Elaboración propia

-A continuación, se presentan las tablas en donde se hace el cálculo del Esfuerzo Axial Máximo ( $f_a$ ) de los muros portantes del edificio en análisis.

**Tabla 13:** Cálculo del Esfuerzo Axial Máximo ( $f_a$ ) en la dirección “X”.

Muro Portante Dirección "X"	Longitud (m)	Aparejo del Muro Portante	Área Tributaria (m <sup>2</sup> )	Cargas (Tn) x 3 pisos				Carga de Gravedad Máxima "Pm" (Tn) incluye 100% de CL	L.t (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo Axial Máximo ( $f_a$ )		Esfuerzo Admisible (Fa) kg/cm <sup>2</sup>	Verificar $f_a < F_a$
				Carga Muerta (CD)		Carga Viva (CL)				Tn/m <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		
				Losa Aligerada(x3)	Muro albañilería(x3)	Piso típico(x2)	Azotea (x1)						
X1	3.40	Soga	6.70	8.04	5.97	2.68	0.67	17.36	0.44	39.27	3.93	9.08	OK!
X2	1.99	Soga	5.59	6.71	3.49	2.24	0.56	13.00	0.26	50.23	5.02	9.08	OK!
X3	1.99	Soga	5.59	6.71	3.49	2.24	0.56	13.00	0.26	50.23	5.02	9.08	OK!
X4	2.10	Soga	5.53	6.64	3.69	2.21	0.55	13.09	0.27	47.94	4.79	9.08	OK!
X5	3.43	Soga	6.74	8.09	6.02	2.70	0.67	17.48	0.45	39.20	3.92	9.08	OK!
X6	3.80	Soga	12.13	14.56	6.67	4.85	1.21	27.29	0.49	55.24	5.52	9.08	OK!
X7	3.75	Soga	11.50	13.80	6.58	4.60	1.15	26.13	0.49	53.60	5.36	9.08	OK!
X8	3.43	Soga	11.19	13.43	6.02	4.48	1.12	25.04	0.45	56.16	5.62	9.08	OK!
X9	1.20	Soga	1.55	1.86	2.11	0.62	0.16	4.74	0.16	30.39	3.04	9.08	OK!
X10	3.25	Soga	8.89	10.67	5.70	3.56	0.89	20.82	0.42	49.27	4.93	9.08	OK!
X11	1.35	Soga	4.10	4.92	2.37	1.64	0.41	9.34	0.18	53.22	5.32	9.08	OK!
X12	3.12	Soga	9.11	10.93	5.48	3.64	0.91	20.96	0.41	51.68	5.17	9.08	OK!
X13	1.20	Soga	3.16	3.79	2.11	1.26	0.32	7.48	0.16	47.94	4.79	9.08	OK!
X14	1.70	Soga	2.36	2.83	2.98	0.94	0.24	7.00	0.22	31.65	3.17	9.08	OK!
X15	3.80	Soga	12.30	14.76	6.67	4.92	1.23	27.58	0.49	55.83	5.58	9.08	OK!
X16	3.30	Soga	6.98	8.38	5.79	2.79	0.70	17.66	0.43	41.16	4.12	9.08	OK!
X17	4.75	Soga	16.63	19.96	8.34	6.65	1.66	36.61	0.62	59.28	5.93	9.08	OK!
X18	3.83	Soga	13.73	16.48	6.72	5.49	1.37	30.06	0.50	60.38	6.04	9.08	OK!
X1'	3.40	Soga	6.70	8.04	5.97	2.68	0.67	17.36	0.44	39.27	3.93	9.08	OK!
X2'	1.99	Soga	5.59	6.71	3.49	2.24	0.56	13.00	0.26	50.23	5.02	9.08	OK!
X3'	1.99	Soga	5.59	6.71	3.49	2.24	0.56	13.00	0.26	50.23	5.02	9.08	OK!
X4'	2.10	Soga	5.53	6.64	3.69	2.21	0.55	13.09	0.27	47.94	4.79	9.08	OK!
X5'	3.43	Soga	6.74	8.09	6.02	2.70	0.67	17.48	0.45	39.20	3.92	9.08	OK!
X6'	3.80	Soga	12.13	14.56	6.67	4.85	1.21	27.29	0.49	55.24	5.52	9.08	OK!
X7'	3.75	Soga	11.50	13.80	6.58	4.60	1.15	26.13	0.49	53.60	5.36	9.08	OK!
X8'	3.43	Soga	11.19	13.43	6.02	4.48	1.12	25.04	0.45	56.16	5.62	9.08	OK!
X9'	1.20	Soga	1.55	1.86	2.11	0.62	0.16	4.74	0.16	30.39	3.04	9.08	OK!
X10'	3.25	Soga	8.89	10.67	5.70	3.56	0.89	20.82	0.42	49.27	4.93	9.08	OK!
X11'	1.35	Soga	4.10	4.92	2.37	1.64	0.41	9.34	0.18	53.22	5.32	9.08	OK!
X12'	3.12	Soga	9.11	10.93	5.48	3.64	0.91	20.96	0.41	51.68	5.17	9.08	OK!
X13'	1.20	Soga	3.16	3.79	2.11	1.26	0.32	7.48	0.16	47.94	4.79	9.08	OK!
X14'	1.70	Soga	2.36	2.83	2.98	0.94	0.24	7.00	0.22	31.65	3.17	9.08	OK!
X15'	3.80	Soga	12.30	14.76	6.67	4.92	1.23	27.58	0.49	55.83	5.58	9.08	OK!
X16'	3.30	Soga	11.89	14.27	5.79	4.76	1.19	26.00	0.43	60.62	6.06	9.08	OK!

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14:** Cálculo del Esfuerzo Axial Máximo ( $f_a$ ) en la dirección “Y”.

Muro Portante Dirección "Y"	Aparejo del Muro Portante	Área Tributaria (m2) (1 m de muro)	Cargas (Tn) x 3 pisos				Carga de Gravedad Máxima "Pm" (Tn) incluye 100% de CL	Lt (m2) L = 1 m	Esfuerzo Axial		Esfuerzo Admisible (Fa) kg/cm2	Verificar $f_a < F_a$
			Carga Muerta (CD)		Carga Viva (CL)				Máximo ( $f_a$ ) ( $P_m$ ) / ( $L_t$ )			
			Losa Aligerada(x3)	Muro albañilería(x3)	Piso típico (x2)	Azotea (x1)			Tn/m2	kg/cm2		
Y1	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y2	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y3	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y4	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y5	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y6	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y7	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y8	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y9	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y10	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y11	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y12	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y13	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y14	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y15	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y16	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y17	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y18	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y19	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y20	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y21	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y1'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y2'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y3'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y4'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y5'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y6'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y7'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y8'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y9'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y10'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y11'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y12'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y13'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y14'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y15'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y16'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y17'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y18'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!

Y20'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!
Y21'	Soga	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.76	0.13	13.50	1.35	9.08	OK!

Fuente: Elaboración propia

-Luego de verificar que el Esfuerzo Axial Máximo sea menor al Esfuerzo Admisible ( $f_a < F_a$ ) en ambas direcciones principales del edificio (X, Y), se puede afirmar que el espesor asumido (0.13 m) de los muros es correcto.

#### 4.1.2.2 Losa aligerada en una dirección.

##### -Predimensionamiento de losa aligerada en una dirección.

a.- Según la Norma E. 060 Concreto Armado del RNE, respecto a peraltes mínimos para no verificar deflexiones.

En losas aligeradas continuas conformadas por:

-Viguetas de 10 cm. de ancho.

-Ladrillo de 30 cm. de ancho.

-Losa superior de 5 cm.

-Sobrecargas  $< 300 \text{ kg/m}^2$

-Luces  $< 7.5 \text{ m}$ .

Se cumple:

$$\frac{\overline{h}}{25}$$

Donde:

$h$  = Peralte total de la losa aligerada (m).

$l_n$  = Luz libre (m).

-Armado de la losa aligerada:

La losa aligerada se armará en la dirección de menor longitud entre los apoyos.

⇒ Según este criterio, el peralte total de la losa aligerada para nuestro edificio en análisis es:

$$\frac{3.05}{25} = 0.12$$

$l_n = 3.05 \text{ m}$ , representa la máxima luz libre del edificio en análisis.

b.- Según el libro “Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado” del ing. Antonio Blanco Blasco.

Para:

$$300 / 2$$

$$350 / 2$$

Entonces, el peralte de las losas aligeradas se predimensionará considerando los siguientes criterios:

**Tabla 15:** Dimensionamiento del peralte de las losas aligeradas.

h (cm)	Luces máximas recomendadas (m)
17	$l_n \leq 4$ m.
20	4 m. $l_n \leq 5.5$ m.
25	5 m. $l_n \leq 6.5$ m.
30	6 m. $l_n \leq 7.5$ m.

Fuente: “Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado”

Nota:

-El peralte (h) expresa altura o espesor total de la losa aligerada y por tanto incluye los 5cm de losa superior y el espesor del ladrillo.

-Los ladrillos serán de: 12, 15, 20 y 25 cm. Respectivamente.

➡ Según este criterio, el peralte total de la losa aligerada para nuestro edificio en análisis es:

-Debido a que  $l_n = 3.05 \text{ m} < 4.00 \text{ m}$ , entonces le corresponde un  $h = 0.17 \text{ m}$ .

c.- Elección del peralte total de la losa aligerada para nuestro edificio en análisis.

-Se elegirá un  $h=0.20 \text{ m}$  por ser un peralte común en nuestro medio. Este peralte elegido verifica ser mayor a los valores obtenidos anteriormente ( $h=0.12 \text{ m}$  y  $h=0.17 \text{ m}$ )

### 4.1.2.3 Vigas principales

Tomando las recomendaciones del libro “*Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*” del ing. Antonio Blanco Blasco, las dimensiones de las vigas principales pueden obtenerse con las siguientes expresiones:

-Peralte de la viga (m)

$$\frac{\overline{10}}{\overline{12}}$$

ln: luz libre de la viga (m)

-Ancho de la viga (m)

$$0.3 < \quad < 0.5$$

-El edificio en análisis presenta 4 vigas principales que se muestran a continuación en una tabla donde se calculan sus dimensiones.

**Tabla 16:** Dimensionamiento de las vigas principales.

VIGA	LUZ LIBRE (ln)	PERALTE (h)		Elección h	ANCHO (bw)		Elección bw
		ln/10	ln/12		0.3h	0.5h	
VP1	4.975	0.50	0.41	0.45	0.14	0.23	0.25
VP2	4.975	0.50	0.41	0.45	0.14	0.23	0.25
VP3	4.150	0.42	0.35	0.40	0.12	0.20	0.25
VP4	4.275	0.43	0.36	0.40	0.12	0.20	0.25

Fuente: Elaboración propia

### 4.1.2.4 Vigas dintel

Las vigas dinteles se encuentran ubicadas en los vanos correspondientes a las puertas y ventanas, tienen un peralte de 0.40 m y un ancho igual al de los muros al que confinan (0.13 m en el caso de albañilería confinada con aparejo de soga)



#### 4.1.2.5 Vigas chatas

Las vigas chatas tendrán un diseño simple con el mismo espesor de la losa y ancho suficiente para albergar el acero mínimo (0.25 x 0.20). Servirán únicamente para cerrar los paños correspondientes a la losa aligerada.

#### 4.1.2.6 Escalera

##### -Según la Norma A. 010 Condiciones Generales de Diseño:

Las escaleras están formadas por tramos, descansos y barandas. Los tramos están formados por gradas. Las gradas están formadas por pasos y contrapasos.

En cada tramo de escalera, los pasos y los contrapasos serán uniformes, debiendo cumplir con la regla de 2 contrapasos + 1 paso debe tener entre 0.60 m. y 0.64 m.

Con un mínimo de 0,25 m. para los pasos y un máximo de 0.18 m. para los contrapasos, medido entre las proyecciones verticales de dos bordes continuos.

Es decir:

$$0.25 \leq P \leq 0.18$$
$$0.60 \leq 2P + CP \leq 0.64$$

Donde:

**P** = Paso de la grada.

**CP** = Contrapaso de la grada.

-Se consideró para la escalera del edificio en análisis las siguientes dimensiones de pasos y contrapasos:

**P**= 0.25 m

**CP**= 0.18 m

Valores que deben cumplir la condición antes mencionada:

$$0.60 \leq 2 \cdot 0.18 + 0.25 \leq 0.64$$
$$0.60 \leq 0.61 \leq 0.64 \dots\dots\dots$$

-Por lo tanto, se aceptan las dimensiones indicadas para los elementos de la escalera.

**b.- Espesor de la escalera.**

$$t = \frac{L_n}{20} \quad \frac{L_n}{25}$$

Donde:

**t** = Espesor de la escalera.

**L<sub>n</sub>** = Longitud entre apoyos de la escalera.

-Cálculo del espesor de la escalera:

**L<sub>n</sub> = 2.98 m.**

$$t = \frac{2.98}{20} \quad \frac{2.98}{25}$$
$$= 0.15 \quad 0.12$$

-Se considerará un espesor de escalera de **t = 0.12 m** para la escalera del edificio en análisis.

### 4.1.3 METRADO DE CARGAS

Las cargas actuantes en cada muro se obtienen sumando las **Cargas Directas** (peso propio, peso de soleras, dinteles, ventanas y alféizares) más las **Cargas Indirectas** (provenientes de la losa del techo: peso propio, acabados y sobrecarga).

#### 4.1.3.1 Cargas unitarias y datos de la edificación

**Tabla 17:** Cargas unitarias.

Carga Muerta (CM)	
Peso del Concreto Armado	2.40 Tn/m <sup>3</sup>
Peso de la Albañilería (unidades Solidas)	1.80 Tn/m <sup>3</sup>
Peso de Losa aligerada armada en una sola dirección	0.30 Tn/m <sup>2</sup>
Peso de los Acabados	0.10 Tn/m <sup>2</sup>

Carga Viva (CV)	
S/C en Viviendas	0.20 Tn/m <sup>2</sup>
S/C en Corredores y Escaleras	0.20 Tn/m <sup>2</sup>
S/C en Azotea	0.10 Tn/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18:** Datos de la edificación.

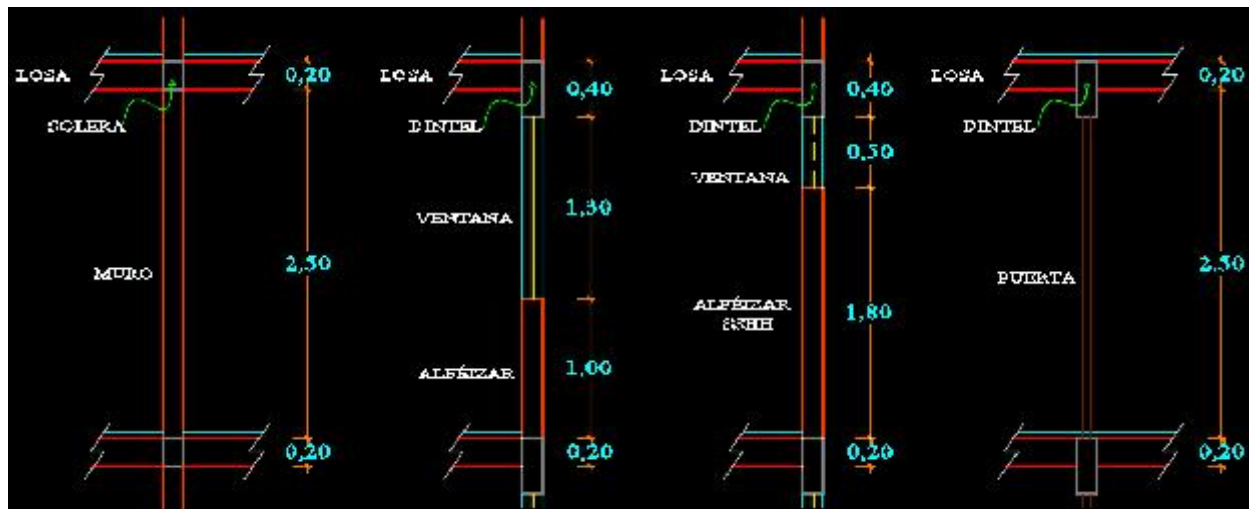
Espesor de muros de albañilería (Aparejo de soga)	0.13 m
Altura de los muros.	2.50 m
Altura del alfeizar.	1.00 m
Altura del alfeizar (ventana alta)	1.80 m
Altura del parapeto.	1.00 m
Peralte de la losa aligerada.	0.20 m
Peralte de vigas soleras	0.20 m
Peralte de vigas dintel	0.40 m
Área techada.	394.45 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3.2 Cargas directas

Para obtener las cargas directas primeramente se determinará las cargas repartidas por unidad de longitud en cada sección vertical típica (Fig.12), empleando las cargas unitarias de la tabla 17.

A continuación, se presenta las Secciones Verticales Típicas necesarias para el cálculo de las cargas directas.



**Figura 12:** Secciones Verticales Típicas.

**-Zona:** Piso Típico

**Tabla 19:** Cargas directas en piso típico.

Muro de Albañilería Confinada Aparejo de Soga + Viga Solera	0.65 Tn/m
Muro de albañilería (e=0.13, h=2.50m)	0.59 Tn/m
Viga solera (e=0.13m, h=0.20m)	0.06 Tn/m
Viga Dintel (e=0.13m, h=0.40m)	0.12 Tn/m
Ventana-Alfeizar (h=1.00m)	0.36 Tn/m
Muro de albañilería (e=0.13m, h=1.00m)	0.23 Tn/m
Viga Dintel (e=0.13m, h=0.40m)	0.12 Tn/m
Ventana-Alfeizar (h=1.80m)	0.55 Tn/m
Muro de albañilería (e=0.13m, h=1.80m)	0.42 Tn/m
Viga Dintel (e=0.13m, h=0.40m)	0.12 Tn/m
Parapeto (h=1.00m)	0.23 Tn/m
Muro de albañilería (e=0.13m, h=1.00m)	0.23 Tn/m
Puerta	0.12 Tn/m
Viga Dintel (h=0.40m)	0.12 Tn/m
Escalera	
WL	0.325 Tn/m
WD	0.824 Tn/m

Fuente: Elaboración propia

**-Zona:** Azotea

**Tabla 20:** Cargas directas en azotea.

Muro de Albañilería Confinada Aparejo de Soga + Viga Solera	0.35 Tn/m
Muro de albañilería (e=0.13, h=1.25m)	0.29 Tn/m
Viga solera (e=0.13m, h=0.20m)	0.06 Tn/m
Viga Dintel (e=0.13m, h=0.40m)	0.12 Tn/m
Ventana-Alfeizar (h=1.00m)	0.12 Tn/m
Viga Dintel (e=0.13m, h=0.40m)	0.12 Tn/m
Ventana-Alfeizar (h=1.80m)	0.12 Tn/m
Viga Dintel (e=0.13m, h=0.40m)	0.12 Tn/m
Parapeto (h=1.00m)	0.23 Tn/m
Muro de albañilería (e=0.13m, h=1.00m)	0.23 Tn/m
Puerta	0.12 Tn/m
Viga Dintel (h=0.40m)	0.12 Tn/m
Escalera	
WL	0.325 Tn/m
WD	0.824 Tn/m

Fuente: Elaboración propia

**-Resumen de Cargas Directas**

**Tabla 21:** Resumen de Cargas Directas.

Zona	CARGAS DIRECTAS (Tn/m)	
	Piso Típico	Azotea
Muro de Albañilería (e=0.13m)	0.65 Tn/m	0.35 Tn/m
Ventana-Alfeizar (h=1.00m)	0.36 Tn/m	0.12 Tn/m
Ventana-Alfeizar (h=1.80m)	0.55 Tn/m	0.12 Tn/m
Parapeto (h=1.00m)	0.23 Tn/m	0.23 Tn/m
Puerta	0.12 Tn/m	0.12 Tn/m
Escalera (1 tramo)	WL=0.325 Tn/m WD=0.824 Tn/m	WL=0.325 Tn/m WD=0.824 Tn/m

Fuente: Elaboración propia

### 4.1.3.3 Cargas Indirectas

Para determinar las cargas provenientes de la losa del techo, se aplicó la técnica de áreas de influencias (“AI” en la tabla 22).

-Carga Muerta y Carga Viva de la losa de techo:

<b>Piso Típico</b>	wD=	0.40 Tn/m2
	wL=	0.20 Tn/m2
<b>Azotea</b>	wD=	0.40 Tn/m2
	wL=	0.10 Tn/m2

**Tabla 22:** Calculo de Cargas Indirectas.

MURO	CARGAS INDIRECTAS (Tn)					
	AI (m2)	PISO TIPICO		AI (m2)	AZOTEA	
		PD = AI*wD	PL = AI*wL		PD = AI*wD	PL = AI*wL
X1	6.70	2.68	1.34	6.70	2.68	0.67
X2	5.59	2.24	1.12	5.59	2.24	0.56
X3	5.59	2.24	1.12	5.59	2.24	0.56
X4	5.53	2.21	1.11	5.53	2.21	0.55
X5	6.74	2.70	1.35	6.74	2.70	0.67
X6	12.13	4.85	2.43	12.13	4.85	1.21
X7	11.50	4.60	2.30	11.50	4.60	1.15
X8	11.19	4.48	2.24	11.19	4.48	1.12
X9	1.55	0.62	0.31	1.55	0.62	0.16
X10	8.89	3.56	1.78	8.89	3.56	0.89
X11	4.10	1.64	0.82	4.10	1.64	0.41
X12	9.11	3.64	1.82	9.11	3.64	0.91
X13	3.16	1.26	0.63	3.16	1.26	0.32
X14	2.36	0.94	0.47	2.36	0.94	0.24
X15	12.30	4.92	2.46	12.30	4.92	1.23
X16	6.98	2.79	1.40	6.98	2.79	0.70
VP1-101	16.53	6.61	3.31	16.53	6.61	1.65
VP2-101	15.95	6.38	3.19	15.95	6.38	1.60
VP4-101	12.77	5.11	2.55	12.77	5.11	1.28
VC1-102	7.63	3.05	1.53	7.63	3.05	0.76
VC2-102	7.02	2.81	1.40	7.02	2.81	0.70
X17	16.63	6.65	3.33	16.63	6.65	1.66
VP3-101	9.85	3.94	1.97	9.85	3.94	0.99
X18	13.73	5.49	2.75	13.73	5.49	1.37
X1'	6.70	2.68	1.34	6.70	2.68	0.67
X2'	5.59	2.24	1.12	5.59	2.24	0.56
X3'	5.59	2.24	1.12	5.59	2.24	0.56
X4'	5.53	2.21	1.11	5.53	2.21	0.55
X5'	6.74	2.70	1.35	6.74	2.70	0.67
X6'	12.13	4.85	2.43	12.13	4.85	1.21
X7'	11.50	4.60	2.30	11.50	4.60	1.15
X8'	11.19	4.48	2.24	11.19	4.48	1.12
X9'	1.55	0.62	0.31	1.55	0.62	0.16
X10'	8.89	3.56	1.78	8.89	3.56	0.89
X11'	4.10	1.64	0.82	4.10	1.64	0.41
X12'	9.11	3.64	1.82	9.11	3.64	0.91
X13'	3.16	1.26	0.63	3.16	1.26	0.32
X14'	2.36	0.94	0.47	2.36	0.94	0.24
X15'	12.30	4.92	2.46	12.30	4.92	1.23
X16'	11.89	4.76	2.38	11.89	4.76	1.19
VP1'-101	16.53	6.61	3.31	16.53	6.61	1.65
VP2'-101	15.95	6.38	3.19	15.95	6.38	1.60
VP4'-101	12.77	5.11	2.55	12.77	5.11	1.28
VC1'-102	7.63	3.05	1.53	7.63	3.05	0.76
VC2'-102	6.79	2.72	1.36	6.79	2.72	0.68

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3.4 Cargas en el nivel de los pisos típicos

**Tabla 23:** Cargas en el Nivel de Los Pisos Típicos

Zona C.D (Tn/m)	Muro 0.65	Alf. (h=1.00m) 0.36	Cargas Directas (Tn/m)				Escalera MURO: = 0.325, = 0.824 : = 0.325, = 1.035	Carga Directa (Tn) C.D	Carga Indirecta (Tn) PD + 0.25PL C.I	Pi (Tn) C.D + C.I
			Alf. (h=1.80m) 0.55	Parapeto 0.23	Puerta, Dintel 0.12	Longitudes de Influencia (m)				
<b>Muro</b>										
X1	3.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	2.53	3.02	<b>5.54</b>	
X2	1.99	0.75	0.60	0.00	0.00	0.00	1.89	2.52	<b>4.40</b>	
X3	1.99	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77	2.52	<b>4.29</b>	
X4	2.10	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	1.90	2.49	<b>4.39</b>	
X5	3.43	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	2.55	3.03	<b>5.58</b>	
X6	3.80	2.60	0.00	0.00	1.20	0.00	3.54	5.46	<b>9.00</b>	
X7	3.75	0.00	0.00	0.00	2.46	0.00	2.73	5.18	<b>7.91</b>	
X8	3.43	2.61	0.00	0.00	1.25	0.00	3.31	5.04	<b>8.35</b>	
X9	1.20	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.83	0.70	<b>1.53</b>	
X10	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	4.00	<b>6.10</b>	
X11	1.35	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	1.61	1.85	<b>3.46</b>	
X12	3.12	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	2.76	4.10	<b>6.86</b>	
X13	1.20	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.83	1.42	<b>2.26</b>	
X14	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	1.06	<b>2.16</b>	
X15	3.80	2.60	0.00	0.00	1.20	0.00	3.54	5.54	<b>9.08</b>	
X16	3.30	1.33	0.00	0.00	0.90	3.00	5.44	3.14	<b>8.58</b>	
VP1-101	4.98	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	1.49	7.44	<b>8.93</b>	
VP2-101	4.98	1.39	0.00	0.00	1.30	0.00	2.00	7.18	<b>9.18</b>	
VP4-101	4.28	0.29	0.00	0.00	1.21	0.00	1.41	5.75	<b>7.16</b>	
VC1-102	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	3.43	<b>3.81</b>	
VC2-102	3.15	0.00	0.00	4.73	0.00	0.00	1.48	3.16	<b>4.64</b>	
X17	4.75	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	3.89	7.48	<b>11.38</b>	
VP3-101	4.15	0.00	0.00	4.62	1.39	3.00	5.72	4.43	<b>10.16</b>	
X18	3.83	0.22	2.40	0.00	0.00	0.00	3.87	6.18	<b>10.05</b>	
X1'	3.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	2.53	3.02	<b>5.54</b>	
X2'	1.99	0.75	0.60	0.00	0.00	0.00	1.89	2.52	<b>4.40</b>	
X3'	1.99	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77	2.52	<b>4.29</b>	
X4'	2.10	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	1.90	2.49	<b>4.39</b>	

<b>X5'</b>	3.43	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	2.55	3.03	<b>5.58</b>
<b>X6'</b>	3.80	2.60	0.00	0.00	1.20	0.00	3.54	5.46	<b>9.00</b>
<b>X7'</b>	3.75	0.00	0.00	0.00	2.46	0.00	2.73	5.18	<b>7.91</b>
<b>X8'</b>	3.43	2.61	0.00	0.00	1.25	0.00	3.31	5.04	<b>8.35</b>
<b>X9'</b>	1.20	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.83	0.70	<b>1.53</b>
<b>X10'</b>	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	4.00	<b>6.10</b>
<b>X11'</b>	1.35	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	1.61	1.85	<b>3.46</b>
<b>X12'</b>	3.12	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	2.76	4.10	<b>6.86</b>
<b>X13'</b>	1.20	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.83	1.42	<b>2.26</b>
<b>X14'</b>	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	1.06	<b>2.16</b>
<b>X15'</b>	3.80	2.60	0.00	0.00	1.20	0.00	3.54	5.54	<b>9.08</b>
<b>X16'</b>	3.30	1.33	0.00	0.00	2.39	0.00	2.91	5.35	<b>8.26</b>
<b>VP1'-101</b>	4.98	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	1.49	7.44	<b>8.93</b>
<b>VP2'-101</b>	4.98	1.39	0.00	0.00	1.30	0.00	2.00	7.18	<b>9.18</b>
<b>VP4'-101</b>	4.28	0.29	0.00	0.00	1.21	0.00	1.41	5.75	<b>7.16</b>
<b>VC1'-102</b>	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	3.43	<b>3.81</b>
<b>VC2'-102</b>	3.15	0.00	0.00	3.34	0.00	0.00	1.16	3.06	<b>4.22</b>
<b>Y1</b>	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	0.00	<b>1.02</b>
<b>Y2</b>	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	<b>0.93</b>
<b>Y3</b>	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	<b>0.80</b>
<b>Y4</b>	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	0.00	<b>1.07</b>
<b>Y5</b>	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	0.00	<b>1.28</b>
<b>Y6</b>	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	<b>1.46</b>
<b>Y7</b>	3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.03	0.00	<b>2.03</b>
<b>Y8</b>	2.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	0.00	<b>1.67</b>
<b>Y9</b>	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	<b>1.46</b>
<b>Y10</b>	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	0.00	<b>1.02</b>
<b>Y11</b>	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00	<b>1.23</b>
<b>Y12</b>	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	<b>0.89</b>
<b>Y13</b>	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	<b>1.12</b>
<b>Y14</b>	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	<b>0.89</b>
<b>Y15</b>	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	0.00	<b>1.97</b>
<b>Y16</b>	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.22	0.00	<b>1.22</b>
<b>Y17</b>	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	<b>1.46</b>
<b>Y18</b>	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	<b>1.46</b>
<b>Y19</b>	2.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.93	0.00	<b>1.93</b>
<b>Y20</b>	3.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	0.00	<b>2.49</b>



Y21	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	0.00	1.07
Y1'	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	0.00	1.02
Y2'	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.93
Y3'	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80
Y4'	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	0.00	1.07
Y5'	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	0.00	1.28
Y6'	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	1.46
Y7'	3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.03	0.00	2.03
Y8'	2.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	0.00	1.67
Y9'	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	1.46
Y10'	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	0.00	1.02
Y11'	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00	1.23
Y12'	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.89
Y13'	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	1.12
Y14'	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.89
Y15'	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	0.00	1.97
Y16'	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.22	0.00	1.22
Y17'	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	1.46
Y18'	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	1.46
Y20'	3.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	0.00	2.49
Y21'	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	0.00	1.07
<b>TOTAL=</b>	<b>179.14</b>	<b>27.26</b>	<b>14.10</b>	<b>12.69</b>	<b>26.12</b>	<b>6.00</b>		<b>156.06</b>	<b>176.19</b>	<b>332.25</b>

Fuente: Elaboración propia

-Para determinar las cargas existentes en cada nivel del muro (**Pi**), se sumó la carga directa (**tabla 21**) con la carga indirecta (**tabla 22**). Puesto que estas cargas se utilizan para el análisis sísmico, se trabajó con el 25% de la sobrecarga (0.25 PL).

-La sumatoria de todas las cargas existentes en cada nivel del muro ( **Pi**) representa el peso de la edificación en un piso típico. En nuestro edificio en análisis: **Pi = 332.25 Tn.**

#### 4.1.3.5 cargas en el nivel de la azotea

Tabla 24: Cargas en el Nivel de La Azotea.

Zona	Cargas Directas (Tn/m)					Escalera	Carga Directa (Tn)	Carga Indirecta (Tn) PD + 0.25PL	Pi (Tn)
	Muro	Alf. (h=1.00m)	Alf. (h=1.80m)	Parapeto	Puerta, Dintel				
C.D (Tn/m)	0.35	0.12	0.12	0.23	0.12	MURO: = 0.325, = 0.824 : = 0.325, = 1.035			
Muro	Longitudes de Influencia (m)						C.D	C.I	C.D + C.I
X1	3.40	0.00	0.60	5.68	0.00	0.00	2.61	2.85	5.46
X2	1.99	0.75	0.60	3.34	0.00	0.00	1.66	2.38	4.03
X3	1.99	1.35	0.00	3.34	0.00	0.00	1.66	2.38	4.03
X4	2.10	0.60	0.60	3.30	0.00	0.00	1.67	2.35	4.02
X5	3.43	0.00	0.60	5.71	0.00	0.00	2.63	2.86	5.49
X6	3.80	2.60	0.00	2.89	1.20	0.00	2.50	5.16	7.65
X7	3.75	0.00	0.00	0.00	2.46	0.00	1.64	4.89	6.53
X8	3.43	2.61	0.00	2.89	1.25	0.00	2.38	4.76	7.13
X9	1.20	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.48	0.66	1.14
X10	3.25	0.00	0.00	2.68	0.00	0.00	1.78	3.78	5.56
X11	1.35	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.65	1.74	2.39
X12	3.12	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	1.28	3.87	5.15
X13	1.20	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.48	1.34	1.83
X14	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00	1.61
X15	3.80	2.60	0.00	2.95	1.20	0.00	2.51	5.23	7.74
X16	3.30	1.33	0.00	2.94	0.90	1.50	4.49	2.97	7.45
VP1-101	4.98	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	1.49	7.03	8.52
VP2-101	4.98	1.39	0.00	1.54	1.30	0.00	2.04	6.78	8.82
VP4-101	4.28	0.29	0.00	2.68	1.21	0.00	1.97	5.43	7.40
VC1-102	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	3.24	3.62
VC2-102	3.15	0.00	0.00	4.73	0.00	0.00	1.48	2.98	4.47
X17	4.75	0.00	1.50	3.13	0.00	0.00	2.61	7.07	9.67
VP3-101	4.15	0.00	0.00	7.76	1.39	1.50	4.78	4.19	8.97
X18	3.83	0.22	2.40	3.13	0.00	0.00	2.42	5.84	8.25
X1'	3.40	0.00	0.60	5.68	0.00	0.00	2.61	2.85	5.46
X2'	1.99	0.75	0.60	3.34	0.00	0.00	1.66	2.38	4.03
X3'	1.99	1.35	0.00	3.34	0.00	0.00	1.66	2.38	4.03
X4'	2.10	0.60	0.60	3.30	0.00	0.00	1.67	2.35	4.02
X5'	3.43	0.00	0.60	5.71	0.00	0.00	2.63	2.86	5.49

<b>X6'</b>	3.80	2.60	0.00	2.89	1.20	0.00	2.50	5.16	<b>7.65</b>
<b>X7'</b>	3.75	0.00	0.00	0.00	2.46	0.00	1.64	4.89	<b>6.53</b>
<b>X8'</b>	3.43	2.61	0.00	2.89	1.25	0.00	2.38	4.76	<b>7.13</b>
<b>X9'</b>	1.20	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.48	0.66	<b>1.14</b>
<b>X10'</b>	3.25	0.00	0.00	2.68	0.00	0.00	1.78	3.78	<b>5.56</b>
<b>X11'</b>	1.35	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.65	1.74	<b>2.39</b>
<b>X12'</b>	3.12	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	1.28	3.87	<b>5.15</b>
<b>X13'</b>	1.20	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.48	1.34	<b>1.83</b>
<b>X14'</b>	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00	<b>1.61</b>
<b>X15'</b>	3.80	2.60	0.00	2.95	1.20	0.00	2.51	5.23	<b>7.74</b>
<b>X16'</b>	3.30	1.33	0.00	4.43	2.39	0.00	2.67	5.05	<b>7.73</b>
<b>VP1'-101</b>	4.98	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	1.49	7.03	<b>8.52</b>
<b>VP2'-101</b>	4.98	1.39	0.00	1.54	1.30	0.00	2.04	6.78	<b>8.82</b>
<b>VP4'-101</b>	4.28	0.29	0.00	2.68	1.21	0.00	1.97	5.43	<b>7.40</b>
<b>VC1'-102</b>	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	3.24	<b>3.62</b>
<b>VC2'-102</b>	3.15	0.00	0.00	3.34	0.00	0.00	1.16	2.89	<b>4.05</b>
<b>Y1</b>	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	<b>0.56</b>
<b>Y2</b>	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	<b>0.51</b>
<b>Y3</b>	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	<b>0.44</b>
<b>Y4</b>	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	<b>0.59</b>
<b>Y5</b>	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	<b>0.70</b>
<b>Y6</b>	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	<b>0.80</b>
<b>Y7</b>	3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	<b>1.11</b>
<b>Y8</b>	2.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	<b>0.92</b>
<b>Y9</b>	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	<b>0.80</b>
<b>Y10</b>	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	<b>0.56</b>
<b>Y11</b>	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	<b>0.67</b>
<b>Y12</b>	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	<b>0.49</b>
<b>Y13</b>	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	<b>0.61</b>
<b>Y14</b>	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	<b>0.49</b>
<b>Y15</b>	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	0.00	<b>1.08</b>
<b>Y16</b>	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	<b>0.67</b>
<b>Y17</b>	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	<b>0.80</b>
<b>Y18</b>	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	<b>0.80</b>
<b>Y19</b>	2.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.06	0.00	<b>1.06</b>
<b>Y20</b>	3.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	<b>1.37</b>
<b>Y21</b>	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	<b>0.59</b>

Y1'	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	<i>0.56</i>
Y2'	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	<i>0.51</i>
Y3'	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	<i>0.44</i>
Y4'	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	<i>0.59</i>
Y5'	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	<i>0.70</i>
Y6'	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	<i>0.80</i>
Y7'	3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	<i>1.11</i>
Y8'	2.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	<i>0.92</i>
Y9'	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	<i>0.80</i>
Y10'	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	<i>0.56</i>
Y11'	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	<i>0.67</i>
Y12'	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	<i>0.49</i>
Y13'	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	<i>0.61</i>
Y14'	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	<i>0.49</i>
Y15'	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	0.00	<i>1.08</i>
Y16'	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	<i>0.67</i>
Y17'	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	<i>0.80</i>
Y18'	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	<i>0.80</i>
Y20'	3.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	<i>1.37</i>
Y21'	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	<i>0.59</i>
<b>TOTAL=</b>	<b>179.14</b>	<b>27.26</b>	<b>14.10</b>	<b>103.46</b>	<b>26.12</b>	<b>3.00</b>	<b>110.55</b>	<b>166.40</b>	<b>276.95</b>

Fuente: Elaboración propia

-Para determinar las cargas existentes en cada nivel del muro (**Pi**), se sumó la carga directa (**tabla 21**) con la carga indirecta (**tabla 22**). Puesto que estas cargas se utilizan para el análisis sísmico, se trabajó con el 25% de la sobrecarga (0.25 PL).

-La sumatoria de todas las cargas existentes en cada nivel del muro ( **Pi**) representa el peso de la edificación en la azotea. En nuestro edificio en análisis: **Pi = 276.95 Tn.**

#### 4.1.3.6 Cálculo del peso total de la edificación

**Tabla 25:** Cálculo del peso de vigas y columnas.

Vigas	L	b	h	Cantidad	Peso
VP1-101	4.975	0.25	0.45	2	2.687
VP2-101	4.975	0.25	0.45	2	2.687
VP3-101	4.150	0.25	0.45	1	1.121
VP4-101	4.275	0.25	0.45	2	2.309
VC1-102	3.150	0.25	0.20	2	0.756
VC2-102	3.150	0.25	0.20	2	0.756
<i>Total=</i>				<i>11</i>	<i>10.314</i>

Columnas	L	b	h	Cantidad	Peso
C1	0.25	0.25	2.7	18	7.290
<i>Total=</i>				<i>18</i>	<i>7.290</i>

Fuente: Elaboración propia

#### -Peso del Piso Típico

El Peso del Piso Típico es la sumatoria de todas las cargas existentes en cada nivel del muro ( **Pi**) más el peso de vigas y columnas.

$$\begin{aligned}
 &= \quad + \quad + \\
 &= 332.25 + 10.314 + 7.290 \\
 &= 349.85
 \end{aligned}$$

#### -Peso de la Azotea

El Peso de la Azotea es la sumatoria de todas las cargas existentes en cada nivel del muro ( **Pi**) más el peso de vigas y columnas.

$$\begin{aligned}
 &= \quad + \quad + \\
 &= 276.95 + 10.314 + 7.290 \\
 &= 294.55
 \end{aligned}$$

**Tabla 26:** Resumen del peso del edificio en análisis.

<b>Peso del Piso Típico (<math>W_{PT}</math>)</b>	349.85	$T_n$
<b>Peso de la Azotea (<math>W_A</math>)</b>	294.55	$T_n$
<b><i>Peso Total de la Edificación (3 PISOS)</i></b>	<b><i>349.85x2+294.55 = 994.26</i></b>	<b><i>Tn</i></b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3.7 Cargas de gravedad acumuladas

Con la información presentada en las **tablas 23 y 24**, se elaboró la **Tabla 27**

correspondiente a las cargas verticales acumuladas en cada piso de cada muro:  $P_g = PD + 0.25 PL$ . En esta tabla además aparece el esfuerzo axial en los muros del primer piso:  $1 = P_g / (L t)$ .

**Tabla 27:** Cargas de gravedad acumuladas.

Cargas de Gravedad Acumuladas (Tn) $P_g = PD + 0.25PL$								
Muro	Aparejo	Longitud(m)	Cargas por Nivel		Cargas Acumuladas $P_g$			Esfuerzo Axial
			Azotea	Piso Típico	Piso 3	Piso 2	Piso 1	$1 ( / ^2)$
X1	Soga	3.40	5.46	5.54	5.46	11.00	16.55	3.74
X2	Soga	1.99	4.03	4.40	4.03	8.43	12.83	4.96
X3	Soga	1.99	4.03	4.29	4.03	8.32	12.61	4.87
X4	Soga	2.10	4.02	4.39	4.02	8.41	12.80	4.69
X5	Soga	3.43	5.49	5.58	5.49	11.07	16.66	3.74
X6	Soga	3.80	7.65	9.00	7.65	16.66	25.66	5.19
X7	Soga	3.75	6.53	7.91	6.53	14.44	22.34	4.58
X8	Soga	3.43	7.13	8.35	7.13	15.48	23.83	5.34
X9	Soga	1.20	1.14	1.53	1.14	2.67	4.20	2.69
X10	Soga	3.25	5.56	6.10	5.56	11.66	17.77	4.21
X11	Soga	1.35	2.39	3.46	2.39	5.85	9.30	5.30
X12	Soga	3.12	5.15	6.86	5.15	12.00	18.86	4.65
X13	Soga	1.20	1.83	2.26	1.83	4.08	6.34	4.06
X14	Soga	1.70	1.61	2.16	1.61	3.77	5.93	2.68
X15	Soga	3.80	7.74	9.08	7.74	16.82	25.90	5.24
X16	Soga	3.30	7.45	8.58	7.45	16.04	24.62	5.74
X17	Soga	4.75	9.67	11.38	9.67	21.05	32.43	5.25
X18	Soga	3.83	8.25	10.05	8.25	18.30	28.35	5.69
X1'	Soga	3.40	5.46	5.54	5.46	11.00	16.55	3.74
X2'	Soga	1.99	4.03	4.40	4.03	8.43	12.83	4.96
X3'	Soga	1.99	4.03	4.29	4.03	8.32	12.61	4.87
X4'	Soga	2.10	4.02	4.39	4.02	8.41	12.80	4.69
X5'	Soga	3.43	5.49	5.58	5.49	11.07	16.66	3.74
X6'	Soga	3.80	7.65	9.00	7.65	16.66	25.66	5.19
X7'	Soga	3.75	6.53	7.91	6.53	14.44	22.34	4.58
X8'	Soga	3.43	7.13	8.35	7.13	15.48	23.83	5.34
X9'	Soga	1.20	1.14	1.53	1.14	2.67	4.20	2.69
X10'	Soga	3.25	5.56	6.10	5.56	11.66	17.77	4.21
X11'	Soga	1.35	2.39	3.46	2.39	5.85	9.30	5.30
X12'	Soga	3.12	5.15	6.86	5.15	12.00	18.86	4.65
X13'	Soga	1.20	1.83	2.26	1.83	4.08	6.34	4.06
X14'	Soga	1.70	1.61	2.16	1.61	3.77	5.93	2.68
X15'	Soga	3.80	7.74	9.08	7.74	16.82	25.90	5.24
X16'	Soga	3.30	7.73	8.26	7.73	15.99	24.25	5.65
Y1	Soga	1.58	0.56	1.02	0.56	1.58	2.61	1.27
Y2	Soga	1.43	0.51	0.93	0.51	1.43	2.36	1.27
Y3	Soga	1.23	0.44	0.80	0.44	1.23	2.03	1.27
Y4	Soga	1.65	0.59	1.07	0.59	1.65	2.72	1.27
Y5	Soga	1.98	0.70	1.28	0.70	1.98	3.27	1.27
Y6	Soga	2.25	0.80	1.46	0.80	2.26	3.71	1.27
Y7	Soga	3.13	1.11	2.03	1.11	3.14	5.16	1.27
Y8	Soga	2.58	0.92	1.67	0.92	2.59	4.26	1.27

<b>Y9</b>	Soga	2.25	0.80	1.46	0.80	2.26	<b>3.71</b>	1.27
<b>Y10</b>	Soga	1.58	0.56	1.02	0.56	1.58	<b>2.61</b>	1.27
<b>Y11</b>	Soga	1.90	0.67	1.23	0.67	1.90	<b>3.13</b>	1.27
<b>Y12</b>	Soga	1.38	0.49	0.89	0.49	1.38	<b>2.28</b>	1.27
<b>Y13</b>	Soga	1.73	0.61	1.12	0.61	1.73	<b>2.85</b>	1.27
<b>Y14</b>	Soga	1.38	0.49	0.89	0.49	1.38	<b>2.28</b>	1.27
<b>Y15</b>	Soga	3.05	1.08	1.97	1.08	3.06	<b>5.03</b>	1.27
<b>Y16</b>	Soga	1.88	0.67	1.22	0.67	1.88	<b>3.10</b>	1.27
<b>Y17</b>	Soga	2.25	0.80	1.46	0.80	2.26	<b>3.71</b>	1.27
<b>Y18</b>	Soga	2.25	0.80	1.46	0.80	2.26	<b>3.71</b>	1.27
<b>Y19</b>	Soga	2.98	1.06	1.93	1.06	2.99	<b>4.92</b>	1.27
<b>Y20</b>	Soga	3.85	1.37	2.49	1.37	3.86	<b>6.35</b>	1.27
<b>Y21</b>	Soga	1.65	0.59	1.07	0.59	1.65	<b>2.72</b>	1.27
<b>Y1'</b>	Soga	1.58	0.56	1.02	0.56	1.58	<b>2.61</b>	1.27
<b>Y2'</b>	Soga	1.43	0.51	0.93	0.51	1.43	<b>2.36</b>	1.27
<b>Y3'</b>	Soga	1.23	0.44	0.80	0.44	1.23	<b>2.03</b>	1.27
<b>Y4'</b>	Soga	1.65	0.59	1.07	0.59	1.65	<b>2.72</b>	1.27
<b>Y5'</b>	Soga	1.98	0.70	1.28	0.70	1.98	<b>3.27</b>	1.27
<b>Y6'</b>	Soga	2.25	0.80	1.46	0.80	2.26	<b>3.71</b>	1.27
<b>Y7'</b>	Soga	3.13	1.11	2.03	1.11	3.14	<b>5.16</b>	1.27
<b>Y8'</b>	Soga	2.58	0.92	1.67	0.92	2.59	<b>4.26</b>	1.27
<b>Y9'</b>	Soga	2.25	0.80	1.46	0.80	2.26	<b>3.71</b>	1.27
<b>Y10'</b>	Soga	1.58	0.56	1.02	0.56	1.58	<b>2.61</b>	1.27
<b>Y11'</b>	Soga	1.90	0.67	1.23	0.67	1.90	<b>3.13</b>	1.27
<b>Y12'</b>	Soga	1.38	0.49	0.89	0.49	1.38	<b>2.28</b>	1.27
<b>Y13'</b>	Soga	1.73	0.61	1.12	0.61	1.73	<b>2.85</b>	1.27
<b>Y14'</b>	Soga	1.38	0.49	0.89	0.49	1.38	<b>2.28</b>	1.27
<b>Y15'</b>	Soga	3.05	1.08	1.97	1.08	3.06	<b>5.03</b>	1.27
<b>Y16'</b>	Soga	1.88	0.67	1.22	0.67	1.88	<b>3.10</b>	1.27
<b>Y17'</b>	Soga	2.25	0.80	1.46	0.80	2.26	<b>3.71</b>	1.27
<b>Y18'</b>	Soga	2.25	0.80	1.46	0.80	2.26	<b>3.71</b>	1.27
<b>Y20'</b>	Soga	3.85	1.37	2.49	1.37	3.86	<b>6.35</b>	1.27
<b>Y21'</b>	Soga	1.65	0.59	1.07	0.59	1.65	<b>2.72</b>	1.27

Fuente: Elaboración propia

## 4.1.4 ANÁLISIS SÍSMICO

### 4.1.4.1 Consideraciones generales

Dada la regularidad del edificio, se hará un análisis estático ante las acciones del sismo moderado. De acuerdo a la Norma E.070, el sismo moderado se define como aquél que origina fuerzas de inercia iguales a la mitad de las correspondientes al sismo severo (donde  $R = 3$ , según la Norma E.030), esto significa que para el sismo moderado puede emplearse un factor de reducción de las fuerzas sísmicas elásticas  $R = 6$ .

### 4.1.4.2 Fuerzas de inercia

#### 4.1.4.2.1 Fuerza Cortante en la Base

La fuerza horizontal o cortante total en la base debidos a la acción sísmica se determinará por la formula siguiente.

$$= \frac{C}{R} \frac{V}{S}$$

El valor de “C/R” no deberá considerarse menor que:

$$= 0.125$$

Donde:

**V:** Fuerza sísmica.

**Z:** Factor de zona.

**U:** Factor de uso o importancia.

**C:** Factor de amplificación sísmica.

**S:** Factor de suelo.

**R:** Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

**P:** Peso de la edificación.

(Norma E. 030 Diseño Sismorresistente, Cap. 4)



-Periodo Fundamental de Vibración.

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

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

Donde:

$C_T = 35$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

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

Nuestro edificio en análisis es de albañilería, por lo tanto, le corresponde un  $C_T = 60$ .

= 8.10 (Altura total de la edificación en metros)

= 60 (Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio)

Por lo tanto, el Periodo Fundamental de Vibración (T) del edificio en análisis es:

$$= \frac{8.1}{60} = 0.14$$

-Factor de ampliación sísmica “C”

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración del suelo.

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica ( $C$ ) por las siguientes expresiones:

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

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

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

El perfil del suelo donde se asentará el edificio en análisis corresponde a un perfil tipo “S<sub>2</sub>” y le corresponden los siguientes periodos:

**Tabla 28:** Periodos según perfil del suelo.

PERÍODOS “ $T_P$ ” Y “ $T_L$ ”				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
$T_P$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Para un perfil de suelo tipo S<sub>2</sub> le corresponde un  $T_p = 0.6$

Finalmente:

$$= 0.14 < = 0.6$$

Por lo tanto, al edificio en análisis le corresponde un  $C = 2.5$

-Cálculo de la Fuerza Cortante en la Base

Parámetros iniciales.

$Z=$  0.45 Edificio ubicado en la Zona 4

$U=$  1.00 Categoría C, edificaciones comunes (vivienda)

<b>C=</b>	2.50	Factor de amplificación sísmica.
<b>S=</b>	1.05	Edificio ubicado sobre suelo de calidad intermedia, tipo S2.
<b>R=</b>	6.00	Coefficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (Sismo moderado)
<b>P=</b>	994.26 Tn	Peso total del edificio con 25% de sobrecarga.

Verificar:

$$- 0.125$$

$$- = 0.42 \quad \text{¡OK!}$$

Fuerza cortante en la base: = \_\_\_\_\_

$$= \mathbf{195.74 \text{ Tn}}$$

#### 4.1.4.2.2 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Según la norma E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, la fuerza horizontal “V” se distribuirá en la altura de la edificación de la siguiente manera:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Donde “n” es el número de pisos del edificio, “k” es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

a) Para T menor o igual a 0,5 segundos:  $k = 1,0$ .

b) Para T mayor que 0,5 segundos:  $k = (0,75 + 0,5 T) \quad 2,0$ .

**Tabla 29:** Fuerzas de inercia ante el sismo moderado “**Fi**”

NIVEL	hi (m)	Pi (Tn)	Pi x hi (Tn-m)	SISMO MODERADO		SISMO SEVERO
				Fi (Tn)	Hi (Tn)	VEi (Tn) = 2Hi
3	8.1	294.55	2385.850	89.47	89.47	178.95
2	5.4	349.85	1889.217	70.85	160.32	320.64
1	2.7	349.85	944.608	35.42	195.74	391.49
<b>Total =</b>		<b>994.26</b>	<b>5219.675</b>	<b>195.74</b>		

Fuente: Elaboración propia

Donde:

**Pi** = Peso del nivel “i”

**hi** = Altura del nivel “i” medida desde la base del edificio

-En la **Tabla 29** se muestra, además:

**Hi** = Cortante en el entrepiso “i” por sismo moderado

**VEi** = Cortante en el entrepiso “i” por sismo severo (el doble de Hi)

#### 4.1.4.3 Determinación de la Rigidez Lateral de los muros de albañilería

-La rigidez lateral de los muros de albañilería se determinará con la siguiente formula:

$$= \frac{.}{4(-)^3 + 3(-)}$$

Donde:

**E** = Módulo de la elasticidad de la albañilería.

**t** = Espesor del muro perpendicular a la dirección analizada.

**l** = Longitud del muro paralelo a la dirección analizada.

**h** = altura del muro.

-Para simplificar los cálculos se determinará “**K / E**”

$$- = \frac{1}{4(-)^3 + 3(-)}$$

-Determinación de “K / E” en la Dirección “X”

**Tabla 30:** Rigidez Lateral de los muros de albañilería en la dirección “X”.

MURO	ALTURA h (m)	ESPESOR e (m)	LONGITUD l (m)	-
X1	2.5	0.13	3.40	0.0342
X2	2.5	0.13	1.99	0.0111
X3	2.5	0.13	1.99	0.0111
X4	2.5	0.13	2.10	0.0126
X5	2.5	0.13	3.43	0.0348
X6	2.5	0.13	3.80	0.0418
X7	2.5	0.13	3.75	0.0408
X8	2.5	0.13	3.43	0.0348
X9	2.5	0.13	1.20	0.0031
X10	2.5	0.13	3.25	0.0315
X11	2.5	0.13	1.35	0.0042
X12	2.5	0.13	3.12	0.0291
X13	2.5	0.13	1.20	0.0031
X14	2.5	0.13	1.70	0.0076
X15	2.5	0.13	3.80	0.0418
X16	2.5	0.13	3.30	0.0324
X17	2.5	0.13	4.75	0.0601
X18	2.5	0.13	3.83	0.0423
X1'	2.5	0.13	3.40	0.0342
X2'	2.5	0.13	1.99	0.0111
X3'	2.5	0.13	1.99	0.0111
X4'	2.5	0.13	2.10	0.0126
X5'	2.5	0.13	3.43	0.0348
X6'	2.5	0.13	3.80	0.0418
X7'	2.5	0.13	3.75	0.0408
X8'	2.5	0.13	3.43	0.0348
X9'	2.5	0.13	1.20	0.0031
X10'	2.5	0.13	3.25	0.0315
X11'	2.5	0.13	1.35	0.0042
X12'	2.5	0.13	3.12	0.0291
X13'	2.5	0.13	1.20	0.0031
X14'	2.5	0.13	1.70	0.0076
X15'	2.5	0.13	3.80	0.0418
X16'	2.5	0.13	3.30	0.0324
Y1	2.5	1.58	0.13	0.0001
Y2	2.5	1.43	0.13	0.0001
Y3	2.5	1.23	0.13	0.0000
Y4	2.5	1.65	0.13	0.0001
Y5	2.5	1.98	0.13	0.0001
Y6	2.5	2.25	0.13	0.0001
Y7	2.5	3.13	0.13	0.0001
Y8	2.5	2.58	0.13	0.0001

<b>Y9</b>	2.5	2.25	0.13	0.0001
<b>Y10</b>	2.5	1.58	0.13	0.0001
<b>Y11</b>	2.5	1.90	0.13	0.0001
<b>Y12</b>	2.5	1.38	0.13	0.0000
<b>Y13</b>	2.5	1.73	0.13	0.0001
<b>Y14</b>	2.5	1.38	0.13	0.0000
<b>Y15</b>	2.5	3.05	0.13	0.0001
<b>Y16</b>	2.5	1.88	0.13	0.0001
<b>Y17</b>	2.5	2.25	0.13	0.0001
<b>Y18</b>	2.5	2.25	0.13	0.0001
<b>Y19</b>	2.5	2.98	0.13	0.0001
<b>Y20</b>	2.5	3.85	0.13	0.0001
<b>Y21</b>	2.5	1.65	0.13	0.0001
<b>Y1'</b>	2.5	1.58	0.13	0.0001
<b>Y2'</b>	2.5	1.43	0.13	0.0001
<b>Y3'</b>	2.5	1.23	0.13	0.0000
<b>Y4'</b>	2.5	1.65	0.13	0.0001
<b>Y5'</b>	2.5	1.98	0.13	0.0001
<b>Y6'</b>	2.5	2.25	0.13	0.0001
<b>Y7'</b>	2.5	3.13	0.13	0.0001
<b>Y8'</b>	2.5	2.58	0.13	0.0001
<b>Y9'</b>	2.5	2.25	0.13	0.0001
<b>Y10'</b>	2.5	1.58	0.13	0.0001
<b>Y11'</b>	2.5	1.90	0.13	0.0001
<b>Y12'</b>	2.5	1.38	0.13	0.0000
<b>Y13'</b>	2.5	1.73	0.13	0.0001
<b>Y14'</b>	2.5	1.38	0.13	0.0000
<b>Y15'</b>	2.5	3.05	0.13	0.0001
<b>Y16'</b>	2.5	1.88	0.13	0.0001
<b>Y17'</b>	2.5	2.25	0.13	0.0001
<b>Y18'</b>	2.5	2.25	0.13	0.0001
<b>Y20'</b>	2.5	3.85	0.13	0.0001
<b>Y21'</b>	2.5	1.65	0.13	0.0001
<b>Total =</b>			<b>179.14</b>	<b>0.8534</b>

Fuente: Elaboración propia

-Determinación de “K / E” en la Dirección “Y”

**Tabla 31:** Rigidez Lateral de los muros de albañilería en la dirección “Y”.

MURO	ALTURA h (m)	ESPESOR e (m)	LONGITUD l (m)	—
<b>X1</b>	2.5	3.4	0.13	0.0001
<b>X2</b>	2.5	1.99	0.13	0.0001
<b>X3</b>	2.5	1.99	0.13	0.0001
<b>X4</b>	2.5	2.1	0.13	0.0001
<b>X5</b>	2.5	3.43	0.13	0.0001
<b>X6</b>	2.5	3.8	0.13	0.0001
<b>X7</b>	2.5	3.75	0.13	0.0001
<b>X8</b>	2.5	3.43	0.13	0.0001
<b>X9</b>	2.5	1.2	0.13	0.0000
<b>X10</b>	2.5	3.25	0.13	0.0001
<b>X11</b>	2.5	1.35	0.13	0.0000
<b>X12</b>	2.5	3.12	0.13	0.0001
<b>X13</b>	2.5	1.2	0.13	0.0000

<b>X14</b>	2.5	1.7	0.13	0.0001
<b>X15</b>	2.5	3.8	0.13	0.0001
<b>X16</b>	2.5	3.3	0.13	0.0001
<b>X17</b>	2.5	4.75	0.13	0.0002
<b>X18</b>	2.5	3.83	0.13	0.0001
<b>X1'</b>	2.5	3.4	0.13	0.0001
<b>X2'</b>	2.5	1.99	0.13	0.0001
<b>X3'</b>	2.5	1.99	0.13	0.0001
<b>X4'</b>	2.5	2.1	0.13	0.0001
<b>X5'</b>	2.5	3.43	0.13	0.0001
<b>X6'</b>	2.5	3.8	0.13	0.0001
<b>X7'</b>	2.5	3.75	0.13	0.0001
<b>X8'</b>	2.5	3.43	0.13	0.0001
<b>X9'</b>	2.5	1.2	0.13	0.0000
<b>X10'</b>	2.5	3.25	0.13	0.0001
<b>X11'</b>	2.5	1.35	0.13	0.0000
<b>X12'</b>	2.5	3.12	0.13	0.0001
<b>X13'</b>	2.5	1.2	0.13	0.0000
<b>X14'</b>	2.5	1.7	0.13	0.0001
<b>X15'</b>	2.5	3.8	0.13	0.0001
<b>X16'</b>	2.5	3.3	0.13	0.0001
<b>Y1</b>	2.5	0.13	1.58	0.0063
<b>Y2</b>	2.5	0.13	1.43	0.0049
<b>Y3</b>	2.5	0.13	1.23	0.0033
<b>Y4</b>	2.5	0.13	1.65	0.0070
<b>Y5</b>	2.5	0.13	1.98	0.0110
<b>Y6</b>	2.5	0.13	2.25	0.0147
<b>Y7</b>	2.5	0.13	3.13	0.0293
<b>Y8</b>	2.5	0.13	2.58	0.0199
<b>Y9</b>	2.5	0.13	2.25	0.0147
<b>Y10</b>	2.5	0.13	1.58	0.0063
<b>Y11</b>	2.5	0.13	1.9	0.0100
<b>Y12</b>	2.5	0.13	1.38	0.0044
<b>Y13</b>	2.5	0.13	1.73	0.0079
<b>Y14</b>	2.5	0.13	1.38	0.0044
<b>Y15</b>	2.5	0.13	3.05	0.0279
<b>Y16</b>	2.5	0.13	1.88	0.0097
<b>Y17</b>	2.5	0.13	2.25	0.0147
<b>Y18</b>	2.5	0.13	2.25	0.0147
<b>Y19</b>	2.5	0.13	2.98	0.0266
<b>Y20</b>	2.5	0.13	3.85	0.0427
<b>Y21</b>	2.5	0.13	1.65	0.0070
<b>Y1'</b>	2.5	0.13	1.58	0.0063
<b>Y2'</b>	2.5	0.13	1.43	0.0049
<b>Y3'</b>	2.5	0.13	1.23	0.0033
<b>Y4'</b>	2.5	0.13	1.65	0.0070
<b>Y5'</b>	2.5	0.13	1.98	0.0110
<b>Y6'</b>	2.5	0.13	2.25	0.0147
<b>Y7'</b>	2.5	0.13	3.13	0.0293

<b>Y8'</b>	2.5	0.13	2.58	0.0199
<b>Y9'</b>	2.5	0.13	2.25	0.0147
<b>Y10'</b>	2.5	0.13	1.58	0.0063
<b>Y11'</b>	2.5	0.13	1.9	0.0100
<b>Y12'</b>	2.5	0.13	1.38	0.0044
<b>Y13'</b>	2.5	0.13	1.73	0.0079
<b>Y14'</b>	2.5	0.13	1.38	0.0044
<b>Y15'</b>	2.5	0.13	3.05	0.0279
<b>Y16'</b>	2.5	0.13	1.88	0.0097
<b>Y17'</b>	2.5	0.13	2.25	0.0147
<b>Y18'</b>	2.5	0.13	2.25	0.0147
<b>Y20'</b>	2.5	0.13	3.85	0.0427
<b>Y21'</b>	2.5	0.13	1.65	0.0070
<b>Total =</b>			<b>179.14</b>	<b>0.5521</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4.4 Determinación del Centro de Rigidez (CR) del edificio

Se obtiene con la rigidez de cada muro y su ubicación con respecto a un sistema de ejes referenciales.

$$= \frac{\sum K_i X_i^2}{\sum K_i}$$

$$= \frac{\sum K_i Y_i^2}{\sum K_i}$$

Donde:

**K<sub>i</sub><sub>x</sub>**: Rigidez lateral del muro “i” en la dirección “X”.

**K<sub>i</sub><sub>y</sub>**: Rigidez lateral del muro “i” en la dirección “Y”.

**X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>**: Ubicación de cada muro con respecto a un sistema de ejes referenciales.

-Tabla para calcular los parámetros de la fórmula del Centro de Rigidez (CR)



**Tabla 32:** Determinación del Centro de Rigidez (CR) del edificio.

MURO	COORDENADAS DEL C.G DEL MURO		—	—	—	—
	X (m)	Y (m)				
X1	1.700	23.425	0.034246	0.000119	0.000203	0.802215
X2	5.594	23.425	0.011111	0.000070	0.000391	0.260284
X3	9.081	23.425	0.011111	0.000070	0.000634	0.260284
X4	12.325	23.425	0.012597	0.000074	0.000908	0.295078
X5	16.288	23.425	0.034802	0.000120	0.001960	0.815241
X6	1.900	20.225	0.041764	0.000133	0.000253	0.844685
X7	11.800	20.225	0.040814	0.000132	0.001552	0.825462
X8	16.288	20.225	0.034802	0.000120	0.001960	0.703874
X9	10.525	18.700	0.003065	0.000042	0.000443	0.057309
X10	1.625	17.650	0.031490	0.000114	0.000185	0.555790
X11	4.075	17.650	0.004199	0.000047	0.000193	0.074116
X12	7.213	17.650	0.029137	0.000109	0.000789	0.514265
X13	9.525	17.650	0.003065	0.000042	0.000401	0.054091
X14	4.950	15.925	0.007588	0.000060	0.000295	0.120833
X15	1.900	14.875	0.041764	0.000133	0.000253	0.621245
X16	14.875	14.875	0.032404	0.000116	0.001722	0.482006
X17	2.375	11.750	0.060126	0.000167	0.000396	0.706482
X18	8.163	11.750	0.042336	0.000134	0.001097	0.497446
X1'	1.700	0.075	0.034246	0.000119	0.000203	0.002568
X2'	5.594	0.075	0.011111	0.000070	0.000391	0.000833
X3'	9.081	0.075	0.011111	0.000070	0.000634	0.000833
X4'	12.325	0.075	0.012597	0.000074	0.000908	0.000945
X5'	16.288	0.075	0.034802	0.000120	0.001960	0.002610
X6'	1.900	3.275	0.041764	0.000133	0.000253	0.136778
X7'	11.800	3.275	0.040814	0.000132	0.001552	0.133666
X8'	16.288	3.275	0.034802	0.000120	0.001960	0.113977
X9'	10.525	4.800	0.003065	0.000042	0.000443	0.014710
X10'	1.625	5.850	0.031490	0.000114	0.000185	0.184214
X11'	4.075	5.850	0.004199	0.000047	0.000193	0.024565
X12'	7.213	5.850	0.029137	0.000109	0.000789	0.170450
X13'	9.525	5.850	0.003065	0.000042	0.000401	0.017928
X14'	4.950	7.575	0.007588	0.000060	0.000295	0.057476
X15'	1.900	8.625	0.041764	0.000133	0.000253	0.360218
X16'	14.875	8.625	0.032404	0.000116	0.001722	0.279482
Y1	0.075	12.613	0.000055	0.006313	0.000473	0.000699
Y2	0.075	16.863	0.000050	0.004884	0.000366	0.000846
Y3	0.075	18.338	0.000043	0.003276	0.000246	0.000791
Y4	0.075	22.525	0.000058	0.007043	0.000528	0.001304
Y5	3.325	16.663	0.000069	0.010980	0.036509	0.001157
Y6	3.325	22.225	0.000079	0.014739	0.049006	0.001754
Y7	4.675	13.388	0.000110	0.029316	0.137055	0.001470
Y8	4.675	19.013	0.000091	0.019859	0.092839	0.001721
Y9	4.675	22.225	0.000079	0.014739	0.068904	0.001754
Y10	5.725	16.788	0.000055	0.006313	0.036142	0.000931
Y11	8.850	18.600	0.000067	0.009954	0.088097	0.001240
Y12	10.000	12.513	0.000048	0.004450	0.044495	0.000606
Y13	10.000	16.713	0.000061	0.007924	0.079238	0.001014
Y14	10.000	19.463	0.000048	0.004450	0.044495	0.000942
Y15	10.000	21.825	0.000107	0.027886	0.278860	0.002335
Y16	13.300	16.788	0.000066	0.009705	0.129074	0.001107
Y17	13.300	22.225	0.000079	0.014739	0.196025	0.001754
Y18	14.650	22.225	0.000079	0.014739	0.215922	0.001754
Y19	16.450	13.313	0.000105	0.026647	0.438351	0.001392
Y20	17.925	16.725	0.000135	0.042717	0.765708	0.002259

Y21	17.925	22.525	0.000058	0.007043	0.126241	0.001304
Y1'	0.075	10.887	0.000055	0.006313	0.000473	0.000603
Y2'	0.075	6.637	0.000050	0.004884	0.000366	0.000333
Y3'	0.075	5.162	0.000043	0.003276	0.000246	0.000223
Y4'	0.075	0.975	0.000058	0.007043	0.000528	0.000056
Y5'	3.325	6.837	0.000069	0.010980	0.036509	0.000475
Y6'	3.325	1.275	0.000079	0.014739	0.049006	0.000101
Y7'	4.675	10.112	0.000110	0.029316	0.137055	0.001110
Y8'	4.675	4.487	0.000091	0.019859	0.092839	0.000406
Y9'	4.675	1.275	0.000079	0.014739	0.068904	0.000101
Y10'	5.725	6.712	0.000055	0.006313	0.036142	0.000372
Y11'	8.850	4.900	0.000067	0.009954	0.088097	0.000327
Y12'	10.000	10.987	0.000048	0.004450	0.044495	0.000532
Y13'	10.000	6.787	0.000061	0.007924	0.079238	0.000412
Y14'	10.000	4.037	0.000048	0.004450	0.044495	0.000195
Y15'	10.000	1.675	0.000107	0.027886	0.278860	0.000179
Y16'	13.300	6.712	0.000066	0.009705	0.129074	0.000443
Y17'	13.300	1.275	0.000079	0.014739	0.196025	0.000101
Y18'	14.650	1.275	0.000079	0.014739	0.215922	0.000101
Y20'	17.925	6.775	0.000135	0.042717	0.765708	0.000915
Y21'	17.925	0.975	0.000058	0.007043	0.126241	0.000056
<b>Total =</b>			<b>0.853360</b>	<b>0.552086</b>	<b>5.244577</b>	<b>10.027140</b>

Fuente: Elaboración propia

-Determinación del Centro de Rigidez (**CR**) del edificio en análisis.

$$= \frac{5.244577}{0.552086} = 9.50$$

$$= \frac{10.027140}{0.853360} = 11.75$$

➡ Por lo tanto, el Centro de Rigidez (CR) del edificio es: **(9.50 m; 11.75 m)**

#### 4.1.4.5 Determinación del Centro de Masa (CM) del edificio

-Cuando la disposición de los muros es muy simétrica respecto a las dos direcciones principales, el Centro de Masa (CM) coincide con el centro de gravedad de la geometría en planta de la edificación.

-Si el Centro de Masa no coincide con el centro de gravedad se aplica la siguiente relación.

$$= \frac{(\cdot \cdot)}{(\cdot)}$$

$$= \frac{(\cdot \cdot)}{(\cdot)}$$

Donde:

**P<sub>i</sub>**: Carga de gravedad que soporta el muro “i”.

**X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>**: Ubicación de cada muro con respecto a un sistema de ejes referenciales.

-Tabla para calcular los parámetros de la fórmula del Centro de Masa (CM)

**Tabla 33:** Determinación del Centro de Masa (CM) del edificio.

MURO	ALTURA	ESPESOR	LONGITUD	PESO "P"	COORDENADAS DEL		P.X	P.Y
	h (m)	e (m)	l (m)	h*e*l*1.8	C.G DEL MURO			
					X (m)	Y (m)		
X1	2.5	0.13	3.40	1.9890	1.700	23.425	3.3813	46.5923
X2	2.5	0.13	1.99	1.1642	5.594	23.425	6.5123	27.2702
X3	2.5	0.13	1.99	1.1642	9.081	23.425	10.5716	27.2702
X4	2.5	0.13	2.10	1.2285	12.325	23.425	15.1413	28.7776
X5	2.5	0.13	3.43	2.0066	16.288	23.425	32.6827	47.0034
X6	2.5	0.13	3.80	2.2230	1.900	20.225	4.2237	44.9602
X7	2.5	0.13	3.75	2.1938	11.800	20.225	25.8863	44.3686
X8	2.5	0.13	3.43	2.0066	16.288	20.225	32.6827	40.5825
X9	2.5	0.13	1.20	0.7020	10.525	18.700	7.3886	13.1274
X10	2.5	0.13	3.25	1.9013	1.625	17.650	3.0895	33.5571
X11	2.5	0.13	1.35	0.7898	4.075	17.650	3.2182	13.9391
X12	2.5	0.13	3.12	1.8252	7.213	17.650	13.1652	32.2148
X13	2.5	0.13	1.20	0.7020	9.525	17.650	6.6866	12.3903
X14	2.5	0.13	1.70	0.9945	4.950	15.925	4.9228	15.8374
X15	2.5	0.13	3.80	2.2230	1.900	14.875	4.2237	33.0671
X16	2.5	0.13	3.30	1.9305	14.875	14.875	28.7162	28.7162
X17	2.5	0.13	4.75	2.7788	2.375	11.750	6.5995	32.6503
X18	2.5	0.13	3.83	2.2406	8.163	11.750	18.2896	26.3265
X1'	2.5	0.13	3.40	1.9890	1.700	0.075	3.3813	0.1492
X2'	2.5	0.13	1.99	1.1642	5.594	0.075	6.5123	0.0873
X3'	2.5	0.13	1.99	1.1642	9.081	0.075	10.5716	0.0873
X4'	2.5	0.13	2.10	1.2285	12.325	0.075	15.1413	0.0921
X5'	2.5	0.13	3.43	2.0066	16.288	0.075	32.6827	0.1505
X6'	2.5	0.13	3.80	2.2230	1.900	3.275	4.2237	7.2803
X7'	2.5	0.13	3.75	2.1938	11.800	3.275	25.8863	7.1845
X8'	2.5	0.13	3.43	2.0066	16.288	3.275	32.6827	6.5715
X9'	2.5	0.13	1.20	0.7020	10.525	4.800	7.3886	3.3696
X10'	2.5	0.13	3.25	1.9013	1.625	5.850	3.0895	11.1223
X11'	2.5	0.13	1.35	0.7898	4.075	5.850	3.2182	4.6200
X12'	2.5	0.13	3.12	1.8252	7.213	5.850	13.1652	10.6774
X13'	2.5	0.13	1.20	0.7020	9.525	5.850	6.6866	4.1067
X14'	2.5	0.13	1.70	0.9945	4.950	7.575	4.9228	7.5333

<b>X15'</b>	2.5	0.13	3.80	2.2230	1.900	8.625	4.2237	19.1734
<b>X16'</b>	2.5	0.13	3.30	1.9305	14.875	8.625	28.7162	16.6506
<b>Y1</b>	2.5	1.58	0.13	0.9243	0.075	12.613	0.0693	11.6582
<b>Y2</b>	2.5	1.43	0.13	0.8366	0.075	16.863	0.0627	14.1067
<b>Y3</b>	2.5	1.23	0.13	0.7196	0.075	18.338	0.0540	13.1951
<b>Y4</b>	2.5	1.65	0.13	0.9653	0.075	22.525	0.0724	21.7423
<b>Y5</b>	2.5	1.98	0.13	1.1583	3.325	16.663	3.8513	19.3008
<b>Y6</b>	2.5	2.25	0.13	1.3163	3.325	22.225	4.3765	29.2537
<b>Y7</b>	2.5	3.13	0.13	1.8311	4.675	13.388	8.5602	24.5141
<b>Y8</b>	2.5	2.58	0.13	1.5093	4.675	19.013	7.0560	28.6963
<b>Y9</b>	2.5	2.25	0.13	1.3163	4.675	22.225	6.1535	29.2537
<b>Y10</b>	2.5	1.58	0.13	0.9243	5.725	16.788	5.2916	15.5171
<b>Y11</b>	2.5	1.90	0.13	1.1115	8.850	18.600	9.8368	20.6739
<b>Y12</b>	2.5	1.38	0.13	0.8073	10.000	12.513	8.0730	10.1017
<b>Y13</b>	2.5	1.73	0.13	1.0121	10.000	16.713	10.1205	16.9144
<b>Y14</b>	2.5	1.38	0.13	0.8073	10.000	19.463	8.0730	15.7125
<b>Y15</b>	2.5	3.05	0.13	1.7843	10.000	21.825	17.8425	38.9413
<b>Y16</b>	2.5	1.88	0.13	1.0998	13.300	16.788	14.6273	18.4634
<b>Y17</b>	2.5	2.25	0.13	1.3163	13.300	22.225	17.5061	29.2537
<b>Y18</b>	2.5	2.25	0.13	1.3163	14.650	22.225	19.2831	29.2537
<b>Y19</b>	2.5	2.98	0.13	1.7433	16.450	13.313	28.6773	23.2086
<b>Y20</b>	2.5	3.85	0.13	2.2523	17.925	16.725	40.3716	37.6689
<b>Y21</b>	2.5	1.65	0.13	0.9653	17.925	22.525	17.3021	21.7423
<b>Y1'</b>	2.5	1.58	0.13	0.9243	0.075	10.887	0.0693	10.0629
<b>Y2'</b>	2.5	1.43	0.13	0.8366	0.075	6.637	0.0627	5.5522
<b>Y3'</b>	2.5	1.23	0.13	0.7196	0.075	5.162	0.0540	3.7143
<b>Y4'</b>	2.5	1.65	0.13	0.9653	0.075	0.975	0.0724	0.9411
<b>Y5'</b>	2.5	1.98	0.13	1.1583	3.325	6.837	3.8513	7.9193
<b>Y6'</b>	2.5	2.25	0.13	1.3163	3.325	1.275	4.3765	1.6782
<b>Y7'</b>	2.5	3.13	0.13	1.8311	4.675	10.112	8.5602	18.5156
<b>Y8'</b>	2.5	2.58	0.13	1.5093	4.675	4.487	7.0560	6.7722
<b>Y9'</b>	2.5	2.25	0.13	1.3163	4.675	1.275	6.1535	1.6782
<b>Y10'</b>	2.5	1.58	0.13	0.9243	5.725	6.712	5.2916	6.2039
<b>Y11'</b>	2.5	1.90	0.13	1.1115	8.850	4.900	9.8368	5.4464
<b>Y12'</b>	2.5	1.38	0.13	0.8073	10.000	10.987	8.0730	8.8698
<b>Y13'</b>	2.5	1.73	0.13	1.0121	10.000	6.787	10.1205	6.8688
<b>Y14'</b>	2.5	1.38	0.13	0.8073	10.000	4.037	8.0730	3.2591
<b>Y15'</b>	2.5	3.05	0.13	1.7843	10.000	1.675	17.8425	2.9886
<b>Y16'</b>	2.5	1.88	0.13	1.0998	13.300	6.712	14.6273	7.3819
<b>Y17'</b>	2.5	2.25	0.13	1.3163	13.300	1.275	17.5061	1.6782
<b>Y18'</b>	2.5	2.25	0.13	1.3163	14.650	1.275	19.2831	1.6782
<b>Y20'</b>	2.5	3.85	0.13	2.2523	17.925	6.775	40.3716	15.2590
<b>Y21'</b>	2.5	1.65	0.13	0.9653	17.925	0.975	17.3021	0.9411

---

**Total = 104.7969 855.7184 1234.0884**

Fuente: Elaboración propia

-Determinación del Centro de Masa (**CM**) del edificio en análisis.

$$\begin{aligned} &= \frac{(\quad)}{(\quad)} &= \frac{855.7184}{104.7969} = 8.17 \\ &= \frac{(\quad)}{(\quad)} &= \frac{1234.0884}{104.7969} = 11.78 \end{aligned}$$

⇒ Por lo tanto, el Centro de Masa (CM) del edificio es: **(8.17 m; 11.78 m)**

#### 4.1.4.6 Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros.

##### 4.1.4.6.1 Distribución de la fuerza cortante en planta.

La fuerza cortante en cada nivel se distribuye proporcionalmente a la rigidez de cada muro.

Este cálculo se hace en las dos direcciones.

La rigidez de un muro de albañilería es:

$$= \frac{\cdot}{3(-) + 4(-)^3}$$

Donde:

E: Modulo de elasticidad de la albañilería.

t: Espesor del muro perpendicular a la dirección considerada.

h: altura del muro.

l: longitud del muro paralelo a la dirección considerada.

La fuerza cortante de cada muro es:

$$= \text{---}$$

Donde:

$V_{\text{tras}}$ : Fuerza cortante en el muro “i” obtenida por traslación.

$V_n$ : Fuerza cortante en el nivel “n”.

#### 4.1.4.6.2 Corrección por Torsión.

##### -Momento Torsor.

Si el centro de masa (CM) no coincide con el centro de rigidez (CR), entonces, se produce un momento Torsor, el cual produce un incremento en los cortantes de los muros.

Este incremento debe ser considerado en el diseño.

El momento Torsor se evalúa en cada nivel y en cada dirección del sismo.

##### Sismo en el sentido X.

-Excentricidad (e)

$$e_y = Y_{\text{CM}} - Y_{\text{CR}}$$

-Excentricidad accidental ( $e_{\text{acc}}$ )

$$e_{\text{acc}} = 0,05 d_y \dots\dots\dots d_y: \text{dimensión del edificio en el eje "Y"}$$

##### Sismo en el sentido Y.

-Excentricidad (e)

$$e_x = X_{\text{CM}} - X_{\text{CR}}$$

-Excentricidad accidental ( $e_{\text{acc}}$ )

$$e_{\text{acc}} = 0,05 d_x \dots\dots\dots d_x: \text{dimensión del edificio en el eje "X"}$$

##### Momentos Torsores para cada sentido del sismo:

-Condición 1:

$$M_t = V_n (1,5e + e_{acc})$$

-Condición 2:

$$M_t = V_n (e - e_{acc})$$

Donde:

$V_n$ : Fuerza cortante del piso.

Incrementos de fuerza cortante debido al momento Torsor " $M_t$ "

$$= \frac{(\text{---})}{\text{---}}$$

$$= \frac{(\text{---})}{\text{---}}$$

Donde:

$M_t$ : Momento Torsor.

$$= \text{---}$$

$$= \text{---}$$

$J$ : Momento Polar de Inercia.

$$= (\text{---}^2) + (\text{---}^2)$$

Para cada muro se tendrá:

$V_{tras}$  = Cortante del muro "i" por Traslación.

$V_1$  = Incremento de la fuerza cortante debido a la Condición 1.

$V_2$  = Incremento de la fuerza cortante debido a la Condición 2.

Elección del incremento de fuerza cortante:

- 1.- si:  $V_1 > 0$  y  $V_2 > 0$ , entonces, Se toma el mayor valor.
- 2.- si:  $V_1 < 0$  y  $V_2 < 0$ , entonces, No se consideran y se diseña con  $V_{Traslacion}$ .
- 3.- si:  $V_1 > 0$  y  $V_2 < 0$  o viceversa, entonces, Se toma el valor positivo.

Evaluar la fuerza cortante total de diseño en cada muro.

$$V_{Diseño} = V_{Traslacion} + V_{Torsion}$$

A continuación, se presentan los cálculos necesarios para encontrar la fuerza cortante de los muros.

**Tabla 34:** Datos de la edificación necesarios para encontrar la fuerza cortante de los muros.

-	= 195.74 Tn.	Fuerza Cortante del Piso 1
-	= 160.32 Tn.	Fuerza Cortante del Piso 2
-	= 89.47 Tn.	Fuerza Cortante del Piso 3
=	9.50 m.	Coordenada "X" del Centro de Rigidez
=	11.75 m.	Coordenada "Y" del Centro de Rigidez
=	8.17 m.	Coordenada "X" del Centro de Masa
=	11.78 m.	Coordenada "Y" del Centro de Masa
=	18.00 m.	Dimensión en X de la edificación
=	23.50 m.	Dimensión en Y de la edificación
=	2.70 m.	Altura de entrepiso

Fuente: Elaboración propia



## **-Sismo en el sentido X**

Excentricidad:

$$= \quad -$$
$$e_y = 0.03 \text{ m}$$

Excentricidad accidental:

$$= 0.05$$
$$e_{acc} = 1.18 \text{ m}$$

Momento Polar de Inercia:

$$= ( \quad )^2 + ( \quad )^2$$
$$J = 71.00$$

### **PISO 1**

Momento Torsor:

Condición 1:

$$= (1.5 + \quad)$$
$$M_T = 237.58 \text{ Tn-m}$$

Condición 2:

$$= ( \quad - \quad )$$
$$= -224.95 \text{ Tn-m}$$

### **PISO 2**

Momento Torsor:

Condición 1:

$$= (1.5 + \quad)$$
$$M_T = 194.58 \text{ Tn-m}$$

Condición 2:

$$= ( \quad - \quad )$$
$$= -184.24 \text{ Tn-m}$$

### PISO 3

Momento Torsor:

Condición 1:

$$= (1.5 + \quad )$$
$$M_T = 108.59 \text{ Tn-m}$$

Condición 2:

$$= ( \quad - \quad )$$
$$= -102.82 \text{ Tn-m}$$

-Momento de un Muro en el Nivel "n"

$$= \quad . \quad + \quad + 1$$

**Tabla 35:** Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 1 - Sismo “X”)

MURO	APAREJO DEL MURO PORTANTE	RIGIDEZ LATERAL "X"	RIGIDEZ LATERAL "Y"	CORTANTE TRASLACIÓN (Tn)	COORDENADAS DEL C.G DEL MURO						INCREMENTO FC 1	INCREMENTO FC 2	ELECCION DEL INCREMENTO (Tn.)	N = + (Tn)	% Cortante asumido por el Muro	N (Tn-m)	
		—	—	$\frac{1}{/}$	( )	( )	= -	= -	— 2	— 2	= — . — .	= — . — .					
X1	Soga	0.0342	0.0001	7.8554	1.700	23.425	-7.7996	11.6748	4.6678	0.0073	1.3379	-1.2668	1.3379	9.1933	4.28%	56.50	
X2	Soga	0.0111	0.0001	2.5487	5.594	23.425	-3.9056	11.6748	1.5145	0.0011	0.4341	-0.4110	0.4341	2.9828	1.39%	18.33	
X3	Soga	0.0111	0.0001	2.5487	9.081	23.425	-0.4186	11.6748	1.5145	0.0000	0.4341	-0.4110	0.4341	2.9828	1.39%	18.33	
X4	Soga	0.0126	0.0001	2.8894	12.325	23.425	2.8254	11.6748	1.7169	0.0006	0.4921	-0.4660	0.4921	3.3816	1.58%	20.78	
X5	Soga	0.0348	0.0001	7.9830	16.288	23.425	6.7884	11.6748	4.7436	0.0055	1.3596	-1.2874	1.3596	9.3426	4.35%	57.42	
X6	Soga	0.0418	0.0001	9.5800	1.900	20.225	-7.5996	8.4748	2.9996	0.0077	1.1844	-1.1215	1.1844	10.7644	5.01%	66.15	
X7	Soga	0.0408	0.0001	9.3620	11.800	20.225	2.3004	8.4748	2.9314	0.0007	1.1575	-1.0959	1.1575	10.5194	4.90%	64.65	
X8	Soga	0.0348	0.0001	7.9830	16.288	20.225	6.7884	8.4748	2.4996	0.0055	0.9870	-0.9345	0.9870	8.9699	4.18%	55.12	
X9	Soga	0.0031	0.0000	0.7030	10.525	18.700	1.0254	6.9498	0.1480	0.0000	0.0713	-0.0675	0.0713	0.7743	0.36%	4.76	
X10	Soga	0.0315	0.0001	7.2231	1.625	17.650	-7.8746	5.8998	1.0961	0.0071	0.6217	-0.5886	0.6217	7.8448	3.65%	48.21	
X11	Soga	0.0042	0.0000	0.9632	4.075	17.650	-5.4246	5.8998	0.1462	0.0014	0.0829	-0.0785	0.0829	1.0461	0.49%	6.43	
X12	Soga	0.0291	0.0001	6.6834	7.213	17.650	-2.2866	5.8998	1.0142	0.0006	0.5752	-0.5447	0.5752	7.2587	3.38%	44.61	
X13	Soga	0.0031	0.0000	0.7030	9.525	17.650	0.0254	5.8998	0.1067	0.0000	0.0605	-0.0573	0.0605	0.7635	0.36%	4.69	
X14	Soga	0.0076	0.0001	1.7405	4.950	15.925	-4.5496	4.1748	0.1322	0.0012	0.1060	-0.1004	0.1060	1.8465	0.86%	11.35	
X15	Soga	0.0418	0.0001	9.5800	1.900	14.875	-7.5996	3.1248	0.4078	0.0077	0.4367	-0.4135	0.4367	10.0167	4.67%	61.56	
X16	Soga	0.0324	0.0001	7.4328	14.875	14.875	5.3754	3.1248	0.3164	0.0033	0.3388	-0.3208	0.3388	7.7716	3.62%	47.76	
X17	Soga	0.0601	0.0002	13.7918	2.375	11.750	-7.1246	-0.0002	0.0000	0.0085	0.0000	0.0000	0.0000	13.7918	6.43%	84.76	
X18	Soga	0.0423	0.0001	9.7111	8.163	11.750	-1.3366	-0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	9.7111	4.52%	59.68	
X1'	Soga	0.0342	0.0001	7.8554	1.700	0.075	-7.7996	-11.6752	4.6681	0.0073	-1.3380	1.2668	1.2668	9.1223	4.25%	56.06	
X2'	Soga	0.0111	0.0001	2.5487	5.594	0.075	-3.9056	-11.6752	1.5146	0.0011	-0.4341	0.4110	0.4110	2.9598	1.38%	18.19	
X3'	Soga	0.0111	0.0001	2.5487	9.081	0.075	-0.4186	-11.6752	1.5146	0.0000	-0.4341	0.4110	0.4110	2.9598	1.38%	18.19	
X4'	Soga	0.0126	0.0001	2.8894	12.325	0.075	2.8254	-11.6752	1.7171	0.0006	-0.4921	0.4660	0.4660	3.3554	1.56%	20.62	
X5'	Soga	0.0348	0.0001	7.9830	16.288	0.075	6.7884	-11.6752	4.7439	0.0055	-1.3597	1.2874	1.2874	9.2704	4.32%	56.97	
X6'	Soga	0.0418	0.0001	9.5800	1.900	3.275	-7.5996	-8.4752	2.9999	0.0077	-1.1845	1.1215	1.1215	10.7015	4.99%	65.77	

<b>X7'</b>	Soga	0.0408	0.0001	9.3620	11.800	3.275	2.3004	-8.4752	2.9316	0.0007	-1.1575	1.0960	1.0960	10.4579	4.87%	64.27
<b>X8'</b>	Soga	0.0348	0.0001	7.9830	16.288	3.275	6.7884	-8.4752	2.4998	0.0055	-0.9870	0.9345	0.9345	8.9175	4.15%	54.80
<b>X9'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.7030	10.525	4.800	1.0254	-6.9502	0.1480	0.0000	-0.0713	0.0675	0.0675	0.7705	0.36%	4.73
<b>X10'</b>	Soga	0.0315	0.0001	7.2231	1.625	5.850	-7.8746	-5.9002	1.0962	0.0071	-0.6217	0.5887	0.5887	7.8118	3.64%	48.01
<b>X11'</b>	Soga	0.0042	0.0000	0.9632	4.075	5.850	-5.4246	-5.9002	0.1462	0.0014	-0.0829	0.0785	0.0785	1.0417	0.49%	6.40
<b>X12'</b>	Soga	0.0291	0.0001	6.6834	7.213	5.850	-2.2866	-5.9002	1.0143	0.0006	-0.5753	0.5447	0.5447	7.2281	3.37%	44.42
<b>X13'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.7030	9.525	5.850	0.0254	-5.9002	0.1067	0.0000	-0.0605	0.0573	0.0573	0.7603	0.35%	4.67
<b>X14'</b>	Soga	0.0076	0.0001	1.7405	4.950	7.575	-4.5496	-4.1752	0.1323	0.0012	-0.1060	0.1004	0.1004	1.8408	0.86%	11.31
<b>X15'</b>	Soga	0.0418	0.0001	9.5800	1.900	8.625	-7.5996	-3.1252	0.4079	0.0077	-0.4368	0.4135	0.4135	9.9935	4.66%	61.42
<b>X16'</b>	Soga	0.0324	0.0001	7.4328	14.875	8.625	5.3754	-3.1252	0.3165	0.0033	-0.3389	0.3209	0.3209	7.7537	3.61%	47.65
<b>Y1</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0127	0.075	12.613	-9.4246	0.8628	0.0000	0.5607	0.0002	-0.0002	0.0002	0.0129	0.01%	0.08
<b>Y2</b>	Soga	0.0001	0.0049	0.0115	0.075	16.863	-9.4246	5.1128	0.0013	0.4338	0.0009	-0.0008	0.0009	0.0124	0.01%	0.08
<b>Y3</b>	Soga	0.0000	0.0033	0.0099	0.075	18.338	-9.4246	6.5878	0.0019	0.2910	0.0010	-0.0009	0.0010	0.0108	0.01%	0.07
<b>Y4</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0133	0.075	22.525	-9.4246	10.7748	0.0067	0.6256	0.0021	-0.0020	0.0021	0.0154	0.01%	0.09
<b>Y5</b>	Soga	0.0001	0.0110	0.0159	3.325	16.663	-6.1746	4.9128	0.0017	0.4186	0.0011	-0.0011	0.0011	0.0171	0.01%	0.10
<b>Y6</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0181	3.325	22.225	-6.1746	10.4748	0.0087	0.5619	0.0028	-0.0026	0.0028	0.0209	0.01%	0.13
<b>Y7</b>	Soga	0.0001	0.0293	0.0252	4.675	13.388	-4.8246	1.6378	0.0003	0.6824	0.0006	-0.0006	0.0006	0.0258	0.01%	0.16
<b>Y8</b>	Soga	0.0001	0.0199	0.0208	4.675	19.013	-4.8246	7.2628	0.0048	0.4622	0.0022	-0.0021	0.0022	0.0230	0.01%	0.14
<b>Y9</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0181	4.675	22.225	-4.8246	10.4748	0.0087	0.3431	0.0028	-0.0026	0.0028	0.0209	0.01%	0.13
<b>Y10</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0127	5.725	16.788	-3.7746	5.0378	0.0014	0.0899	0.0009	-0.0009	0.0009	0.0136	0.01%	0.08
<b>Y11</b>	Soga	0.0001	0.0100	0.0153	8.850	18.600	-0.6496	6.8498	0.0031	0.0042	0.0015	-0.0014	0.0015	0.0168	0.01%	0.10
<b>Y12</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0111	10.000	12.513	0.5004	0.7628	0.0000	0.0011	0.0001	-0.0001	0.0001	0.0112	0.01%	0.07
<b>Y13</b>	Soga	0.0001	0.0079	0.0139	10.000	16.713	0.5004	4.9628	0.0015	0.0020	0.0010	-0.0010	0.0010	0.0149	0.01%	0.09
<b>Y14</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0111	10.000	19.463	0.5004	7.7128	0.0029	0.0011	0.0012	-0.0012	0.0012	0.0124	0.01%	0.08
<b>Y15</b>	Soga	0.0001	0.0279	0.0245	10.000	21.825	0.5004	10.0748	0.0109	0.0070	0.0036	-0.0034	0.0036	0.0282	0.01%	0.17
<b>Y16</b>	Soga	0.0001	0.0097	0.0151	13.300	16.788	3.8004	5.0378	0.0017	0.1402	0.0011	-0.0011	0.0011	0.0162	0.01%	0.10
<b>Y17</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0181	13.300	22.225	3.8004	10.4748	0.0087	0.2129	0.0028	-0.0026	0.0028	0.0209	0.01%	0.13
<b>Y18</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0181	14.650	22.225	5.1504	10.4748	0.0087	0.3910	0.0028	-0.0026	0.0028	0.0209	0.01%	0.13
<b>Y19</b>	Soga	0.0001	0.0266	0.0240	16.450	13.313	6.9504	1.5628	0.0003	1.2873	0.0005	-0.0005	0.0005	0.0245	0.01%	0.15

<b>Y20</b>	Soga	0.0001	0.0427	0.0310	17.925	16.725	8.4254	4.9748	0.0033	3.0324	0.0022	-0.0021	0.0022	0.0332	0.02%	0.20
<b>Y21</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0133	17.925	22.525	8.4254	10.7748	0.0067	0.5000	0.0021	-0.0020	0.0021	0.0154	0.01%	0.09
<b>Y1'</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0127	0.075	10.887	-9.4246	-0.8632	0.0000	0.5607	-0.0002	0.0002	0.0002	0.0129	0.01%	0.08
<b>Y2'</b>	Soga	0.0001	0.0049	0.0115	0.075	6.637	-9.4246	-5.1132	0.0013	0.4338	-0.0009	0.0008	0.0008	0.0123	0.01%	0.08
<b>Y3'</b>	Soga	0.0000	0.0033	0.0099	0.075	5.162	-9.4246	-6.5882	0.0019	0.2910	-0.0010	0.0009	0.0009	0.0108	0.01%	0.07
<b>Y4'</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0133	0.075	0.975	-9.4246	-10.7752	0.0067	0.6256	-0.0021	0.0020	0.0020	0.0153	0.01%	0.09
<b>Y5'</b>	Soga	0.0001	0.0110	0.0159	3.325	6.837	-6.1746	-4.9132	0.0017	0.4186	-0.0011	0.0011	0.0011	0.0170	0.01%	0.10
<b>Y6'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0181	3.325	1.275	-6.1746	-10.4752	0.0087	0.5619	-0.0028	0.0026	0.0026	0.0207	0.01%	0.13
<b>Y7'</b>	Soga	0.0001	0.0293	0.0252	4.675	10.112	-4.8246	-1.6382	0.0003	0.6824	-0.0006	0.0006	0.0006	0.0258	0.01%	0.16
<b>Y8'</b>	Soga	0.0001	0.0199	0.0208	4.675	4.487	-4.8246	-7.2632	0.0048	0.4622	-0.0022	0.0021	0.0021	0.0228	0.01%	0.14
<b>Y9'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0181	4.675	1.275	-4.8246	-10.4752	0.0087	0.3431	-0.0028	0.0026	0.0026	0.0207	0.01%	0.13
<b>Y10'</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0127	5.725	6.712	-3.7746	-5.0382	0.0014	0.0899	-0.0009	0.0009	0.0009	0.0136	0.01%	0.08
<b>Y11'</b>	Soga	0.0001	0.0100	0.0153	8.850	4.900	-0.6496	-6.8502	0.0031	0.0042	-0.0015	0.0014	0.0014	0.0167	0.01%	0.10
<b>Y12'</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0111	10.000	10.987	0.5004	-0.7632	0.0000	0.0011	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0112	0.01%	0.07
<b>Y13'</b>	Soga	0.0001	0.0079	0.0139	10.000	6.787	0.5004	-4.9632	0.0015	0.0020	-0.0010	0.0010	0.0010	0.0149	0.01%	0.09
<b>Y14'</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0111	10.000	4.037	0.5004	-7.7132	0.0029	0.0011	-0.0012	0.0012	0.0012	0.0123	0.01%	0.08
<b>Y15'</b>	Soga	0.0001	0.0279	0.0245	10.000	1.675	0.5004	-10.0752	0.0109	0.0070	-0.0036	0.0034	0.0034	0.0280	0.01%	0.17
<b>Y16'</b>	Soga	0.0001	0.0097	0.0151	13.300	6.712	3.8004	-5.0382	0.0017	0.1402	-0.0011	0.0011	0.0011	0.0162	0.01%	0.10
<b>Y17'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0181	13.300	1.275	3.8004	-10.4752	0.0087	0.2129	-0.0028	0.0026	0.0026	0.0207	0.01%	0.13
<b>Y18'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0181	14.650	1.275	5.1504	-10.4752	0.0087	0.3910	-0.0028	0.0026	0.0026	0.0207	0.01%	0.13
<b>Y20'</b>	Soga	0.0001	0.0427	0.0310	17.925	6.775	8.4254	-4.9752	0.0033	3.0324	-0.0022	0.0021	0.0021	0.0331	0.02%	0.20
<b>Y21'</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0133	17.925	0.975	8.4254	-10.7752	0.0067	0.5000	-0.0021	0.0020	0.0020	0.0153	0.01%	0.09

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36:** Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 2 - Sismo "X")

MURO	APAREJO DEL MURO PORTANTE	RIGIDEZ LATERAL "X"	RIGIDEZ LATERAL "Y"	CORTANTE TRASLACIÓN (Tn)	COORDENADAS DEL C.G DEL MURO					INCREMENTO FC 1	INCREMENTO FC 2	ELECCION DEL INCREMENTO (Tn)	$\bar{N} =$	% Cortante asumido por el Muro	$\bar{N}$	
				$= \frac{/}{/}$	( )	( )	= -	= -	— <sup>2</sup>	— <sup>2</sup>	= —. —.	= —. —.	+ (Tn)		(Tn-m)	
X1	Soga	0.0342	0.0001	6.4338	1.700	23.425	-7.7996	11.6748	4.6678	0.0073	1.0958	-1.0375	1.0958	7.5296	4.28%	31.68
X2	Soga	0.0111	0.0001	2.0875	5.594	23.425	-3.9056	11.6748	1.5145	0.0011	0.3555	-0.3366	0.3555	2.4430	1.39%	10.28
X3	Soga	0.0111	0.0001	2.0875	9.081	23.425	-0.4186	11.6748	1.5145	0.0000	0.3555	-0.3366	0.3555	2.4430	1.39%	10.28
X4	Soga	0.0126	0.0001	2.3665	12.325	23.425	2.8254	11.6748	1.7169	0.0006	0.4031	-0.3816	0.4031	2.7696	1.58%	11.65
X5	Soga	0.0348	0.0001	6.5383	16.288	23.425	6.7884	11.6748	4.7436	0.0055	1.1136	-1.0544	1.1136	7.6519	4.35%	32.19
X6	Soga	0.0418	0.0001	7.8463	1.900	20.225	-7.5996	8.4748	2.9996	0.0077	0.9701	-0.9185	0.9701	8.8164	5.01%	37.09
X7	Soga	0.0408	0.0001	7.6677	11.800	20.225	2.3004	8.4748	2.9314	0.0007	0.9480	-0.8976	0.9480	8.6157	4.90%	36.24
X8	Soga	0.0348	0.0001	6.5383	16.288	20.225	6.7884	8.4748	2.4996	0.0055	0.8084	-0.7654	0.8084	7.3466	4.18%	30.91
X9	Soga	0.0031	0.0000	0.5758	10.525	18.700	1.0254	6.9498	0.1480	0.0000	0.0584	-0.0553	0.0584	0.6341	0.36%	2.67
X10	Soga	0.0315	0.0001	5.9159	1.625	17.650	-7.8746	5.8998	1.0961	0.0071	0.5092	-0.4821	0.5092	6.4251	3.65%	27.03
X11	Soga	0.0042	0.0000	0.7889	4.075	17.650	-5.4246	5.8998	0.1462	0.0014	0.0679	-0.0643	0.0679	0.8568	0.49%	3.60
X12	Soga	0.0291	0.0001	5.4739	7.213	17.650	-2.2866	5.8998	1.0142	0.0006	0.4711	-0.4461	0.4711	5.9451	3.38%	25.01
X13	Soga	0.0031	0.0000	0.5758	9.525	17.650	0.0254	5.8998	0.1067	0.0000	0.0496	-0.0469	0.0496	0.6253	0.36%	2.63
X14	Soga	0.0076	0.0001	1.4255	4.950	15.925	-4.5496	4.1748	0.1322	0.0012	0.0868	-0.0822	0.0868	1.5123	0.86%	6.36
X15	Soga	0.0418	0.0001	7.8463	1.900	14.875	-7.5996	3.1248	0.4078	0.0077	0.3577	-0.3387	0.3577	8.2040	4.67%	34.51
X16	Soga	0.0324	0.0001	6.0877	14.875	14.875	5.3754	3.1248	0.3164	0.0033	0.2775	-0.2628	0.2775	6.3652	3.62%	26.78
X17	Soga	0.0601	0.0002	11.2959	2.375	11.750	-7.1246	-0.0002	0.0000	0.0085	0.0000	0.0000	0.0000	11.2959	6.43%	47.52
X18	Soga	0.0423	0.0001	7.9536	8.163	11.750	-1.3366	-0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	7.9537	4.52%	33.46
X1'	Soga	0.0342	0.0001	6.4338	1.700	0.075	-7.7996	-11.6752	4.6681	0.0073	-1.0958	1.0376	1.0376	7.4714	4.25%	31.43
X2'	Soga	0.0111	0.0001	2.0875	5.594	0.075	-3.9056	-11.6752	1.5146	0.0011	-0.3555	0.3366	0.3366	2.4241	1.38%	10.20
X3'	Soga	0.0111	0.0001	2.0875	9.081	0.075	-0.4186	-11.6752	1.5146	0.0000	-0.3555	0.3366	0.3366	2.4241	1.38%	10.20
X4'	Soga	0.0126	0.0001	2.3665	12.325	0.075	2.8254	-11.6752	1.7171	0.0006	-0.4031	0.3816	0.3816	2.7482	1.56%	11.56
X5'	Soga	0.0348	0.0001	6.5383	16.288	0.075	6.7884	-11.6752	4.7439	0.0055	-1.1136	1.0544	1.0544	7.5927	4.32%	31.94
X6'	Soga	0.0418	0.0001	7.8463	1.900	3.275	-7.5996	-8.4752	2.9999	0.0077	-0.9701	0.9185	0.9185	8.7648	4.99%	36.87

<b>X7'</b>	Soga	0.0408	0.0001	7.6677	11.800	3.275	2.3004	-8.4752	2.9316	0.0007	-0.9480	0.8976	0.8976	8.5654	4.87%	36.03
<b>X8'</b>	Soga	0.0348	0.0001	6.5383	16.288	3.275	6.7884	-8.4752	2.4998	0.0055	-0.8084	0.7654	0.7654	7.3037	4.15%	30.73
<b>X9'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.5758	10.525	4.800	1.0254	-6.9502	0.1480	0.0000	-0.0584	0.0553	0.0553	0.6310	0.36%	2.65
<b>X10'</b>	Soga	0.0315	0.0001	5.9159	1.625	5.850	-7.8746	-5.9002	1.0962	0.0071	-0.5092	0.4821	0.4821	6.3981	3.64%	26.92
<b>X11'</b>	Soga	0.0042	0.0000	0.7889	4.075	5.850	-5.4246	-5.9002	0.1462	0.0014	-0.0679	0.0643	0.0643	0.8532	0.49%	3.59
<b>X12'</b>	Soga	0.0291	0.0001	5.4739	7.213	5.850	-2.2866	-5.9002	1.0143	0.0006	-0.4712	0.4461	0.4461	5.9201	3.37%	24.90
<b>X13'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.5758	9.525	5.850	0.0254	-5.9002	0.1067	0.0000	-0.0496	0.0469	0.0469	0.6227	0.35%	2.62
<b>X14'</b>	Soga	0.0076	0.0001	1.4255	4.950	7.575	-4.5496	-4.1752	0.1323	0.0012	-0.0868	0.0822	0.0822	1.5077	0.86%	6.34
<b>X15'</b>	Soga	0.0418	0.0001	7.8463	1.900	8.625	-7.5996	-3.1252	0.4079	0.0077	-0.3577	0.3387	0.3387	8.1850	4.66%	34.43
<b>X16'</b>	Soga	0.0324	0.0001	6.0877	14.875	8.625	5.3754	-3.1252	0.3165	0.0033	-0.2775	0.2628	0.2628	6.3505	3.61%	26.72
<b>Y1</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0104	0.075	12.613	-9.4246	0.8628	0.0000	0.5607	0.0001	-0.0001	0.0001	0.0105	0.01%	0.04
<b>Y2</b>	Soga	0.0001	0.0049	0.0094	0.075	16.863	-9.4246	5.1128	0.0013	0.4338	0.0007	-0.0007	0.0007	0.0101	0.01%	0.04
<b>Y3</b>	Soga	0.0000	0.0033	0.0081	0.075	18.338	-9.4246	6.5878	0.0019	0.2910	0.0008	-0.0007	0.0008	0.0089	0.01%	0.04
<b>Y4</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0109	0.075	22.525	-9.4246	10.7748	0.0067	0.6256	0.0017	-0.0016	0.0017	0.0126	0.01%	0.05
<b>Y5</b>	Soga	0.0001	0.0110	0.0130	3.325	16.663	-6.1746	4.9128	0.0017	0.4186	0.0009	-0.0009	0.0009	0.0140	0.01%	0.06
<b>Y6</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0148	3.325	22.225	-6.1746	10.4748	0.0087	0.5619	0.0023	-0.0021	0.0023	0.0171	0.01%	0.07
<b>Y7</b>	Soga	0.0001	0.0293	0.0206	4.675	13.388	-4.8246	1.6378	0.0003	0.6824	0.0005	-0.0005	0.0005	0.0211	0.01%	0.09
<b>Y8</b>	Soga	0.0001	0.0199	0.0170	4.675	19.013	-4.8246	7.2628	0.0048	0.4622	0.0018	-0.0017	0.0018	0.0188	0.01%	0.08
<b>Y9</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0148	4.675	22.225	-4.8246	10.4748	0.0087	0.3431	0.0023	-0.0021	0.0023	0.0171	0.01%	0.07
<b>Y10</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0104	5.725	16.788	-3.7746	5.0378	0.0014	0.0899	0.0008	-0.0007	0.0008	0.0112	0.01%	0.05
<b>Y11</b>	Soga	0.0001	0.0100	0.0125	8.850	18.600	-0.6496	6.8498	0.0031	0.0042	0.0013	-0.0012	0.0013	0.0138	0.01%	0.06
<b>Y12</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0091	10.000	12.513	0.5004	0.7628	0.0000	0.0011	0.0001	-0.0001	0.0001	0.0092	0.01%	0.04
<b>Y13</b>	Soga	0.0001	0.0079	0.0114	10.000	16.713	0.5004	4.9628	0.0015	0.0020	0.0008	-0.0008	0.0008	0.0122	0.01%	0.05
<b>Y14</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0091	10.000	19.463	0.5004	7.7128	0.0029	0.0011	0.0010	-0.0010	0.0010	0.0101	0.01%	0.04
<b>Y15</b>	Soga	0.0001	0.0279	0.0201	10.000	21.825	0.5004	10.0748	0.0109	0.0070	0.0030	-0.0028	0.0030	0.0231	0.01%	0.10
<b>Y16</b>	Soga	0.0001	0.0097	0.0124	13.300	16.788	3.8004	5.0378	0.0017	0.1402	0.0009	-0.0009	0.0009	0.0133	0.01%	0.06
<b>Y17</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0148	13.300	22.225	3.8004	10.4748	0.0087	0.2129	0.0023	-0.0021	0.0023	0.0171	0.01%	0.07
<b>Y18</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0148	14.650	22.225	5.1504	10.4748	0.0087	0.3910	0.0023	-0.0021	0.0023	0.0171	0.01%	0.07
<b>Y19</b>	Soga	0.0001	0.0266	0.0196	16.450	13.313	6.9504	1.5628	0.0003	1.2873	0.0004	-0.0004	0.0004	0.0201	0.01%	0.08

<b>Y20</b>	Soga	0.0001	0.0427	0.0254	17.925	16.725	8.4254	4.9748	0.0033	3.0324	0.0018	-0.0017	0.0018	0.0272	0.02%	0.11
<b>Y21</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0109	17.925	22.525	8.4254	10.7748	0.0067	0.5000	0.0017	-0.0016	0.0017	0.0126	0.01%	0.05
<b>Y1'</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0104	0.075	10.887	-9.4246	-0.8632	0.0000	0.5607	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0105	0.01%	0.04
<b>Y2'</b>	Soga	0.0001	0.0049	0.0094	0.075	6.637	-9.4246	-5.1132	0.0013	0.4338	-0.0007	0.0007	0.0007	0.0101	0.01%	0.04
<b>Y3'</b>	Soga	0.0000	0.0033	0.0081	0.075	5.162	-9.4246	-6.5882	0.0019	0.2910	-0.0008	0.0007	0.0007	0.0088	0.01%	0.04
<b>Y4'</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0109	0.075	0.975	-9.4246	-10.7752	0.0067	0.6256	-0.0017	0.0016	0.0016	0.0125	0.01%	0.05
<b>Y5'</b>	Soga	0.0001	0.0110	0.0130	3.325	6.837	-6.1746	-4.9132	0.0017	0.4186	-0.0009	0.0009	0.0009	0.0139	0.01%	0.06
<b>Y6'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0148	3.325	1.275	-6.1746	-10.4752	0.0087	0.5619	-0.0023	0.0021	0.0021	0.0170	0.01%	0.07
<b>Y7'</b>	Soga	0.0001	0.0293	0.0206	4.675	10.112	-4.8246	-1.6382	0.0003	0.6824	-0.0005	0.0005	0.0005	0.0211	0.01%	0.09
<b>Y8'</b>	Soga	0.0001	0.0199	0.0170	4.675	4.487	-4.8246	-7.2632	0.0048	0.4622	-0.0018	0.0017	0.0017	0.0187	0.01%	0.08
<b>Y9'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0148	4.675	1.275	-4.8246	-10.4752	0.0087	0.3431	-0.0023	0.0021	0.0021	0.0170	0.01%	0.07
<b>Y10'</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0104	5.725	6.712	-3.7746	-5.0382	0.0014	0.0899	-0.0008	0.0007	0.0007	0.0111	0.01%	0.05
<b>Y11'</b>	Soga	0.0001	0.0100	0.0125	8.850	4.900	-0.6496	-6.8502	0.0031	0.0042	-0.0013	0.0012	0.0012	0.0137	0.01%	0.06
<b>Y12'</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0091	10.000	10.987	0.5004	-0.7632	0.0000	0.0011	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0092	0.01%	0.04
<b>Y13'</b>	Soga	0.0001	0.0079	0.0114	10.000	6.787	0.5004	-4.9632	0.0015	0.0020	-0.0008	0.0008	0.0008	0.0122	0.01%	0.05
<b>Y14'</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0091	10.000	4.037	0.5004	-7.7132	0.0029	0.0011	-0.0010	0.0010	0.0010	0.0101	0.01%	0.04
<b>Y15'</b>	Soga	0.0001	0.0279	0.0201	10.000	1.675	0.5004	-10.0752	0.0109	0.0070	-0.0030	0.0028	0.0028	0.0229	0.01%	0.10
<b>Y16'</b>	Soga	0.0001	0.0097	0.0124	13.300	6.712	3.8004	-5.0382	0.0017	0.1402	-0.0009	0.0009	0.0009	0.0133	0.01%	0.06
<b>Y17'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0148	13.300	1.275	3.8004	-10.4752	0.0087	0.2129	-0.0023	0.0021	0.0021	0.0170	0.01%	0.07
<b>Y18'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0148	14.650	1.275	5.1504	-10.4752	0.0087	0.3910	-0.0023	0.0021	0.0021	0.0170	0.01%	0.07
<b>Y20'</b>	Soga	0.0001	0.0427	0.0254	17.925	6.775	8.4254	-4.9752	0.0033	3.0324	-0.0018	0.0017	0.0017	0.0271	0.02%	0.11
<b>Y21'</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0109	17.925	0.975	8.4254	-10.7752	0.0067	0.5000	-0.0017	0.0016	0.0016	0.0125	0.01%	0.05

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 37:** Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 3 - Sismo "X")

MURO	APAREJO DEL MURO PORTANTE	RIGIDEZ LATERAL "X"	RIGIDEZ LATERAL "Y"	CORTANTE TRASLACIÓN (Tn)	COORDENADAS DEL C.G DEL MURO					INCREMENTO FC 1	INCREMENTO FC 2	ELECCION DEL INCREMENTO (Tn)	$\bar{N}$ =	% Cortante asumido por el Muro	$\bar{N}$	
				$= \frac{\quad}{\quad}$	( )	( )	= -	= -	- 2	- 2	= - . - .	= - . - .	+ (Tn)			(Tn-m)
X1	Soga	0.0342	0.0001	3.5906	1.700	23.425	-7.7996	11.6748	4.6678	0.0073	0.6115	-0.5790	0.6115	4.2022	4.28%	11.35
X2	Soga	0.0111	0.0001	1.1650	5.594	23.425	-3.9056	11.6748	1.5145	0.0011	0.1984	-0.1879	0.1984	1.3634	1.39%	3.68
X3	Soga	0.0111	0.0001	1.1650	9.081	23.425	-0.4186	11.6748	1.5145	0.0000	0.1984	-0.1879	0.1984	1.3634	1.39%	3.68
X4	Soga	0.0126	0.0001	1.3207	12.325	23.425	2.8254	11.6748	1.7169	0.0006	0.2249	-0.2130	0.2249	1.5457	1.58%	4.17
X5	Soga	0.0348	0.0001	3.6489	16.288	23.425	6.7884	11.6748	4.7436	0.0055	0.6215	-0.5884	0.6215	4.2704	4.35%	11.53
X6	Soga	0.0418	0.0001	4.3789	1.900	20.225	-7.5996	8.4748	2.9996	0.0077	0.5414	-0.5126	0.5414	4.9203	5.01%	13.28
X7	Soga	0.0408	0.0001	4.2792	11.800	20.225	2.3004	8.4748	2.9314	0.0007	0.5291	-0.5009	0.5291	4.8083	4.90%	12.98
X8	Soga	0.0348	0.0001	3.6489	16.288	20.225	6.7884	8.4748	2.4996	0.0055	0.4511	-0.4272	0.4511	4.1001	4.18%	11.07
X9	Soga	0.0031	0.0000	0.3213	10.525	18.700	1.0254	6.9498	0.1480	0.0000	0.0326	-0.0308	0.0326	0.3539	0.36%	0.96
X10	Soga	0.0315	0.0001	3.3016	1.625	17.650	-7.8746	5.8998	1.0961	0.0071	0.2842	-0.2691	0.2842	3.5858	3.65%	9.68
X11	Soga	0.0042	0.0000	0.4403	4.075	17.650	-5.4246	5.8998	0.1462	0.0014	0.0379	-0.0359	0.0379	0.4782	0.49%	1.29
X12	Soga	0.0291	0.0001	3.0549	7.213	17.650	-2.2866	5.8998	1.0142	0.0006	0.2629	-0.2490	0.2629	3.3179	3.38%	8.96
X13	Soga	0.0031	0.0000	0.3213	9.525	17.650	0.0254	5.8998	0.1067	0.0000	0.0277	-0.0262	0.0277	0.3490	0.36%	0.94
X14	Soga	0.0076	0.0001	0.7955	4.950	15.925	-4.5496	4.1748	0.1322	0.0012	0.0485	-0.0459	0.0485	0.8440	0.86%	2.28
X15	Soga	0.0418	0.0001	4.3789	1.900	14.875	-7.5996	3.1248	0.4078	0.0077	0.1996	-0.1890	0.1996	4.5785	4.67%	12.36
X16	Soga	0.0324	0.0001	3.3974	14.875	14.875	5.3754	3.1248	0.3164	0.0033	0.1549	-0.1466	0.1549	3.5523	3.62%	9.59
X17	Soga	0.0601	0.0002	6.3041	2.375	11.750	-7.1246	-0.0002	0.0000	0.0085	0.0000	0.0000	0.0000	6.3041	6.43%	17.02
X18	Soga	0.0423	0.0001	4.4388	8.163	11.750	-1.3366	-0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	4.4388	4.52%	11.98
X1'	Soga	0.0342	0.0001	3.5906	1.700	0.075	-7.7996	-11.6752	4.6681	0.0073	-0.6116	0.5791	0.5791	4.1697	4.25%	11.26
X2'	Soga	0.0111	0.0001	1.1650	5.594	0.075	-3.9056	-11.6752	1.5146	0.0011	-0.1984	0.1879	0.1879	1.3529	1.38%	3.65
X3'	Soga	0.0111	0.0001	1.1650	9.081	0.075	-0.4186	-11.6752	1.5146	0.0000	-0.1984	0.1879	0.1879	1.3529	1.38%	3.65
X4'	Soga	0.0126	0.0001	1.3207	12.325	0.075	2.8254	-11.6752	1.7171	0.0006	-0.2250	0.2130	0.2130	1.5337	1.56%	4.14
X5'	Soga	0.0348	0.0001	3.6489	16.288	0.075	6.7884	-11.6752	4.7439	0.0055	-0.6215	0.5885	0.5885	4.2374	4.32%	11.44
X6'	Soga	0.0418	0.0001	4.3789	1.900	3.275	-7.5996	-8.4752	2.9999	0.0077	-0.5414	0.5126	0.5126	4.8915	4.99%	13.21

<b>X7'</b>	Soga	0.0408	0.0001	4.2792	11.800	3.275	2.3004	-8.4752	2.9316	0.0007	-0.5291	0.5010	0.5010	4.7802	4.87%	12.91
<b>X8'</b>	Soga	0.0348	0.0001	3.6489	16.288	3.275	6.7884	-8.4752	2.4998	0.0055	-0.4512	0.4272	0.4272	4.0761	4.15%	11.01
<b>X9'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.3213	10.525	4.800	1.0254	-6.9502	0.1480	0.0000	-0.0326	0.0308	0.0308	0.3522	0.36%	0.95
<b>X10'</b>	Soga	0.0315	0.0001	3.3016	1.625	5.850	-7.8746	-5.9002	1.0962	0.0071	-0.2842	0.2691	0.2691	3.5707	3.64%	9.64
<b>X11'</b>	Soga	0.0042	0.0000	0.4403	4.075	5.850	-5.4246	-5.9002	0.1462	0.0014	-0.0379	0.0359	0.0359	0.4762	0.49%	1.29
<b>X12'</b>	Soga	0.0291	0.0001	3.0549	7.213	5.850	-2.2866	-5.9002	1.0143	0.0006	-0.2630	0.2490	0.2490	3.3039	3.37%	8.92
<b>X13'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.3213	9.525	5.850	0.0254	-5.9002	0.1067	0.0000	-0.0277	0.0262	0.0262	0.3475	0.35%	0.94
<b>X14'</b>	Soga	0.0076	0.0001	0.7955	4.950	7.575	-4.5496	-4.1752	0.1323	0.0012	-0.0485	0.0459	0.0459	0.8414	0.86%	2.27
<b>X15'</b>	Soga	0.0418	0.0001	4.3789	1.900	8.625	-7.5996	-3.1252	0.4079	0.0077	-0.1996	0.1890	0.1890	4.5679	4.66%	12.33
<b>X16'</b>	Soga	0.0324	0.0001	3.3974	14.875	8.625	5.3754	-3.1252	0.3165	0.0033	-0.1549	0.1467	0.1467	3.5441	3.61%	9.57
<b>Y1</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0058	0.075	12.613	-9.4246	0.8628	0.0000	0.5607	0.0001	-0.0001	0.0001	0.0059	0.01%	0.02
<b>Y2</b>	Soga	0.0001	0.0049	0.0053	0.075	16.863	-9.4246	5.1128	0.0013	0.4338	0.0004	-0.0004	0.0004	0.0057	0.01%	0.02
<b>Y3</b>	Soga	0.0000	0.0033	0.0045	0.075	18.338	-9.4246	6.5878	0.0019	0.2910	0.0004	-0.0004	0.0004	0.0050	0.01%	0.01
<b>Y4</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0061	0.075	22.525	-9.4246	10.7748	0.0067	0.6256	0.0010	-0.0009	0.0010	0.0070	0.01%	0.02
<b>Y5</b>	Soga	0.0001	0.0110	0.0073	3.325	16.663	-6.1746	4.9128	0.0017	0.4186	0.0005	-0.0005	0.0005	0.0078	0.01%	0.02
<b>Y6</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0083	3.325	22.225	-6.1746	10.4748	0.0087	0.5619	0.0013	-0.0012	0.0013	0.0095	0.01%	0.03
<b>Y7</b>	Soga	0.0001	0.0293	0.0115	4.675	13.388	-4.8246	1.6378	0.0003	0.6824	0.0003	-0.0003	0.0003	0.0118	0.01%	0.03
<b>Y8</b>	Soga	0.0001	0.0199	0.0095	4.675	19.013	-4.8246	7.2628	0.0048	0.4622	0.0010	-0.0010	0.0010	0.0105	0.01%	0.03
<b>Y9</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0083	4.675	22.225	-4.8246	10.4748	0.0087	0.3431	0.0013	-0.0012	0.0013	0.0095	0.01%	0.03
<b>Y10</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0058	5.725	16.788	-3.7746	5.0378	0.0014	0.0899	0.0004	-0.0004	0.0004	0.0062	0.01%	0.02
<b>Y11</b>	Soga	0.0001	0.0100	0.0070	8.850	18.600	-0.6496	6.8498	0.0031	0.0042	0.0007	-0.0007	0.0007	0.0077	0.01%	0.02
<b>Y12</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0051	10.000	12.513	0.5004	0.7628	0.0000	0.0011	0.0001	-0.0001	0.0001	0.0051	0.01%	0.01
<b>Y13</b>	Soga	0.0001	0.0079	0.0064	10.000	16.713	0.5004	4.9628	0.0015	0.0020	0.0005	-0.0004	0.0005	0.0068	0.01%	0.02
<b>Y14</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0051	10.000	19.463	0.5004	7.7128	0.0029	0.0011	0.0006	-0.0005	0.0006	0.0056	0.01%	0.02
<b>Y15</b>	Soga	0.0001	0.0279	0.0112	10.000	21.825	0.5004	10.0748	0.0109	0.0070	0.0016	-0.0016	0.0016	0.0129	0.01%	0.03
<b>Y16</b>	Soga	0.0001	0.0097	0.0069	13.300	16.788	3.8004	5.0378	0.0017	0.1402	0.0005	-0.0005	0.0005	0.0074	0.01%	0.02
<b>Y17</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0083	13.300	22.225	3.8004	10.4748	0.0087	0.2129	0.0013	-0.0012	0.0013	0.0095	0.01%	0.03
<b>Y18</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0083	14.650	22.225	5.1504	10.4748	0.0087	0.3910	0.0013	-0.0012	0.0013	0.0095	0.01%	0.03
<b>Y19</b>	Soga	0.0001	0.0266	0.0110	16.450	13.313	6.9504	1.5628	0.0003	1.2873	0.0002	-0.0002	0.0002	0.0112	0.01%	0.03

<b>Y20</b>	Soga	0.0001	0.0427	0.0142	17.925	16.725	8.4254	4.9748	0.0033	3.0324	0.0010	-0.0010	0.0010	0.0152	0.02%	0.04
<b>Y21</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0061	17.925	22.525	8.4254	10.7748	0.0067	0.5000	0.0010	-0.0009	0.0010	0.0070	0.01%	0.02
<b>Y1'</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0058	0.075	10.887	-9.4246	-0.8632	0.0000	0.5607	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0059	0.01%	0.02
<b>Y2'</b>	Soga	0.0001	0.0049	0.0053	0.075	6.637	-9.4246	-5.1132	0.0013	0.4338	-0.0004	0.0004	0.0004	0.0056	0.01%	0.02
<b>Y3'</b>	Soga	0.0000	0.0033	0.0045	0.075	5.162	-9.4246	-6.5882	0.0019	0.2910	-0.0004	0.0004	0.0004	0.0049	0.01%	0.01
<b>Y4'</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0061	0.075	0.975	-9.4246	-10.7752	0.0067	0.6256	-0.0010	0.0009	0.0009	0.0070	0.01%	0.02
<b>Y5'</b>	Soga	0.0001	0.0110	0.0073	3.325	6.837	-6.1746	-4.9132	0.0017	0.4186	-0.0005	0.0005	0.0005	0.0078	0.01%	0.02
<b>Y6'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0083	3.325	1.275	-6.1746	-10.4752	0.0087	0.5619	-0.0013	0.0012	0.0012	0.0095	0.01%	0.03
<b>Y7'</b>	Soga	0.0001	0.0293	0.0115	4.675	10.112	-4.8246	-1.6382	0.0003	0.6824	-0.0003	0.0003	0.0003	0.0118	0.01%	0.03
<b>Y8'</b>	Soga	0.0001	0.0199	0.0095	4.675	4.487	-4.8246	-7.2632	0.0048	0.4622	-0.0010	0.0010	0.0010	0.0104	0.01%	0.03
<b>Y9'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0083	4.675	1.275	-4.8246	-10.4752	0.0087	0.3431	-0.0013	0.0012	0.0012	0.0095	0.01%	0.03
<b>Y10'</b>	Soga	0.0001	0.0063	0.0058	5.725	6.712	-3.7746	-5.0382	0.0014	0.0899	-0.0004	0.0004	0.0004	0.0062	0.01%	0.02
<b>Y11'</b>	Soga	0.0001	0.0100	0.0070	8.850	4.900	-0.6496	-6.8502	0.0031	0.0042	-0.0007	0.0007	0.0007	0.0076	0.01%	0.02
<b>Y12'</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0051	10.000	10.987	0.5004	-0.7632	0.0000	0.0011	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0051	0.01%	0.01
<b>Y13'</b>	Soga	0.0001	0.0079	0.0064	10.000	6.787	0.5004	-4.9632	0.0015	0.0020	-0.0005	0.0004	0.0004	0.0068	0.01%	0.02
<b>Y14'</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.0051	10.000	4.037	0.5004	-7.7132	0.0029	0.0011	-0.0006	0.0005	0.0005	0.0056	0.01%	0.02
<b>Y15'</b>	Soga	0.0001	0.0279	0.0112	10.000	1.675	0.5004	-10.0752	0.0109	0.0070	-0.0016	0.0016	0.0016	0.0128	0.01%	0.03
<b>Y16'</b>	Soga	0.0001	0.0097	0.0069	13.300	6.712	3.8004	-5.0382	0.0017	0.1402	-0.0005	0.0005	0.0005	0.0074	0.01%	0.02
<b>Y17'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0083	13.300	1.275	3.8004	-10.4752	0.0087	0.2129	-0.0013	0.0012	0.0012	0.0095	0.01%	0.03
<b>Y18'</b>	Soga	0.0001	0.0147	0.0083	14.650	1.275	5.1504	-10.4752	0.0087	0.3910	-0.0013	0.0012	0.0012	0.0095	0.01%	0.03
<b>Y20'</b>	Soga	0.0001	0.0427	0.0142	17.925	6.775	8.4254	-4.9752	0.0033	3.0324	-0.0010	0.0010	0.0010	0.0151	0.02%	0.04
<b>Y21'</b>	Soga	0.0001	0.0070	0.0061	17.925	0.975	8.4254	-10.7752	0.0067	0.5000	-0.0010	0.0009	0.0009	0.0070	0.01%	0.02

Fuente: Elaboración propia

## **-SISMO EN EL SENTIDO Y**

Excentricidad:

$$= - \\ \mathbf{ex} = -1.33 \text{ m}$$

Excentricidad accidental:

$$= 0.05 \\ \mathbf{e_{acc}} = 0.90 \text{ m}$$

Momento Polar de Inercia:

$$= ( \text{---} )^2 + ( \text{---} )^2 \\ \mathbf{J} = 71.00$$

### **PISO 1**

Momento Torsor:

$$\text{Condición 1:} \\ = ( 1.5 + \text{---} ) \\ \mathbf{M_T} = -215.54 \text{ Tn-m}$$

$$\text{Condición 2:} \\ = ( - \text{---} ) \\ \Rightarrow 437.31 \text{ Tn-m}$$

### **PISO 2**

Momento Torsor:

$$\text{Condición 1:} \\ = ( 1.5 + \text{---} ) \\ \mathbf{M_T} = -176.53 \text{ Tn-m}$$

$$\text{Condición 2:} \\ = ( - \text{---} ) \\ \Rightarrow 358.17 \text{ Tn-m}$$

### **PISO 3**

Momento Torsor:

$$\text{Condición 1:} \\ = ( 1.5 + \text{---} ) \\ \mathbf{M_T} = -98.52 \text{ Tn-m}$$

Condición 2:  $= ( - )$   
 $= 199.89 \text{ Tn-m}$

-Momento de un Muro en el Nivel "n"

$$= . + +1$$

**Tabla 38:** Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 1 - Sismo “Y”)

MURO	APAREJO DEL MURO PORTANTE	RIGIDEZ LATERAL "X"	RIGIDEZ LATERAL "Y"	CORTANTE TRASLACIÓN (Tn)	COORDENADAS DEL C.G DEL MURO					INCREMENTO FC 1	INCREMENTO FC 2	ELECCION DEL INCREMENTO (Tn)	+ N	= Cortante asumido por el Muro	N	
		—	—	= $\frac{/}{/}$	( )	( )	= -	= -	— 2	— 2	= — . — .	= — . — .		(Tn)		Tn-m
X1	Soga	0.0342	0.0001	0.0423	1.700	23.425	-7.7996	11.6748	4.6678	0.0073	0.0028	0.0057	0.0057	0.0480	0.02%	0.30
X2	Soga	0.0111	0.0001	0.0248	5.594	23.425	-3.9056	11.6748	1.5145	0.0011	0.0008	0.0017	0.0017	0.0264	0.01%	0.16
X3	Soga	0.0111	0.0001	0.0248	9.081	23.425	-0.4186	11.6748	1.5145	0.0000	0.0001	0.0002	0.0002	0.0249	0.01%	0.15
X4	Soga	0.0126	0.0001	0.0261	12.325	23.425	2.8254	11.6748	1.7169	0.0006	-0.0006	-0.0013	-0.0006	0.0261	0.01%	0.16
X5	Soga	0.0348	0.0001	0.0427	16.288	23.425	6.7884	11.6748	4.7436	0.0055	-0.0025	-0.0050	-0.0025	0.0427	0.02%	0.26
X6	Soga	0.0418	0.0001	0.0473	1.900	20.225	-7.5996	8.4748	2.9996	0.0077	0.0031	0.0062	0.0062	0.0535	0.03%	0.33
X7	Soga	0.0408	0.0001	0.0466	11.800	20.225	2.3004	8.4748	2.9314	0.0007	-0.0009	-0.0019	-0.0009	0.0466	0.02%	0.29
X8	Soga	0.0348	0.0001	0.0427	16.288	20.225	6.7884	8.4748	2.4996	0.0055	-0.0025	-0.0050	-0.0025	0.0427	0.02%	0.26
X9	Soga	0.0031	0.0000	0.0149	10.525	18.700	1.0254	6.9498	0.1480	0.0000	-0.0001	-0.0003	-0.0001	0.0149	0.01%	0.09
X10	Soga	0.0315	0.0001	0.0404	1.625	17.650	-7.8746	5.8998	1.0961	0.0071	0.0027	0.0055	0.0055	0.0460	0.02%	0.28
X11	Soga	0.0042	0.0000	0.0168	4.075	17.650	-5.4246	5.8998	0.1462	0.0014	0.0008	0.0016	0.0016	0.0184	0.01%	0.11
X12	Soga	0.0291	0.0001	0.0388	7.213	17.650	-2.2866	5.8998	1.0142	0.0006	0.0008	0.0015	0.0015	0.0403	0.02%	0.25
X13	Soga	0.0031	0.0000	0.0149	9.525	17.650	0.0254	5.8998	0.1067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0149	0.01%	0.09
X14	Soga	0.0076	0.0001	0.0211	4.950	15.925	-4.5496	4.1748	0.1322	0.0012	0.0008	0.0017	0.0017	0.0228	0.01%	0.14
X15	Soga	0.0418	0.0001	0.0473	1.900	14.875	-7.5996	3.1248	0.4078	0.0077	0.0031	0.0062	0.0062	0.0535	0.03%	0.33
X16	Soga	0.0324	0.0001	0.0410	14.875	14.875	5.3754	3.1248	0.3164	0.0033	-0.0019	-0.0038	-0.0019	0.0410	0.02%	0.25
X17	Soga	0.0601	0.0002	0.0591	2.375	11.750	-7.1246	-0.0002	0.0000	0.0085	0.0036	0.0073	0.0073	0.0664	0.03%	0.41
X18	Soga	0.0423	0.0001	0.0476	8.163	11.750	-1.3366	-0.0002	0.0000	0.0002	0.0005	0.0011	0.0011	0.0487	0.02%	0.30
X1'	Soga	0.0342	0.0001	0.0423	1.700	0.075	-7.7996	-11.6752	4.6681	0.0073	0.0028	0.0057	0.0057	0.0480	0.02%	0.30
X2'	Soga	0.0111	0.0001	0.0248	5.594	0.075	-3.9056	-11.6752	1.5146	0.0011	0.0008	0.0017	0.0017	0.0264	0.01%	0.16
X3'	Soga	0.0111	0.0001	0.0248	9.081	0.075	-0.4186	-11.6752	1.5146	0.0000	0.0001	0.0002	0.0002	0.0249	0.01%	0.15
X4'	Soga	0.0126	0.0001	0.0261	12.325	0.075	2.8254	-11.6752	1.7171	0.0006	-0.0006	-0.0013	-0.0006	0.0261	0.01%	0.16
X5'	Soga	0.0348	0.0001	0.0427	16.288	0.075	6.7884	-11.6752	4.7439	0.0055	-0.0025	-0.0050	-0.0025	0.0427	0.02%	0.26
X6'	Soga	0.0418	0.0001	0.0473	1.900	3.275	-7.5996	-8.4752	2.9999	0.0077	0.0031	0.0062	0.0062	0.0535	0.03%	0.33

<b>X7'</b>	Soga	0.0408	0.0001	0.0466	11.800	3.275	2.3004	-8.4752	2.9316	0.0007	-0.0009	-0.0019	-0.0009	0.0466	0.02%	0.29
<b>X8'</b>	Soga	0.0348	0.0001	0.0427	16.288	3.275	6.7884	-8.4752	2.4998	0.0055	-0.0025	-0.0050	-0.0025	0.0427	0.02%	0.26
<b>X9'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.0149	10.525	4.800	1.0254	-6.9502	0.1480	0.0000	-0.0001	-0.0003	-0.0001	0.0149	0.01%	0.09
<b>X10'</b>	Soga	0.0315	0.0001	0.0404	1.625	5.850	-7.8746	-5.9002	1.0962	0.0071	0.0027	0.0055	0.0055	0.0460	0.02%	0.28
<b>X11'</b>	Soga	0.0042	0.0000	0.0168	4.075	5.850	-5.4246	-5.9002	0.1462	0.0014	0.0008	0.0016	0.0016	0.0184	0.01%	0.11
<b>X12'</b>	Soga	0.0291	0.0001	0.0388	7.213	5.850	-2.2866	-5.9002	1.0143	0.0006	0.0008	0.0015	0.0015	0.0403	0.02%	0.25
<b>X13'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.0149	9.525	5.850	0.0254	-5.9002	0.1067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0149	0.01%	0.09
<b>X14'</b>	Soga	0.0076	0.0001	0.0211	4.950	7.575	-4.5496	-4.1752	0.1323	0.0012	0.0008	0.0017	0.0017	0.0228	0.01%	0.14
<b>X15'</b>	Soga	0.0418	0.0001	0.0473	1.900	8.625	-7.5996	-3.1252	0.4079	0.0077	0.0031	0.0062	0.0062	0.0535	0.03%	0.33
<b>X16'</b>	Soga	0.0324	0.0001	0.0410	14.875	8.625	5.3754	-3.1252	0.3165	0.0033	-0.0019	-0.0038	-0.0019	0.0410	0.02%	0.25
<b>Y1</b>	Soga	0.0001	0.0063	2.2383	0.075	12.613	-9.4246	0.8628	0.0000	0.5607	0.1806	0.3665	0.3665	2.6048	1.27%	16.01
<b>Y2</b>	Soga	0.0001	0.0049	1.7316	0.075	16.863	-9.4246	5.1128	0.0013	0.4338	0.1397	0.2835	0.2835	2.0151	0.99%	12.38
<b>Y3</b>	Soga	0.0000	0.0033	1.1615	0.075	18.338	-9.4246	6.5878	0.0019	0.2910	0.0937	0.1902	0.1902	1.3516	0.66%	8.31
<b>Y4</b>	Soga	0.0001	0.0070	2.4970	0.075	22.525	-9.4246	10.7748	0.0067	0.6256	0.2015	0.4088	0.4088	2.9059	1.42%	17.86
<b>Y5</b>	Soga	0.0001	0.0110	3.8931	3.325	16.663	-6.1746	4.9128	0.0017	0.4186	0.2058	0.4176	0.4176	4.3107	2.11%	26.49
<b>Y6</b>	Soga	0.0001	0.0147	5.2257	3.325	22.225	-6.1746	10.4748	0.0087	0.5619	0.2763	0.5606	0.5606	5.7862	2.83%	35.56
<b>Y7</b>	Soga	0.0001	0.0293	10.3943	4.675	13.388	-4.8246	1.6378	0.0003	0.6824	0.4294	0.8712	0.8712	11.2655	5.51%	69.23
<b>Y8</b>	Soga	0.0001	0.0199	7.0409	4.675	19.013	-4.8246	7.2628	0.0048	0.4622	0.2909	0.5901	0.5901	7.6311	3.73%	46.90
<b>Y9</b>	Soga	0.0001	0.0147	5.2257	4.675	22.225	-4.8246	10.4748	0.0087	0.3431	0.2159	0.4380	0.4380	5.6637	2.77%	34.81
<b>Y10</b>	Soga	0.0001	0.0063	2.2383	5.725	16.788	-3.7746	5.0378	0.0014	0.0899	0.0723	0.1468	0.1468	2.3851	1.17%	14.66
<b>Y11</b>	Soga	0.0001	0.0100	3.5294	8.850	18.600	-0.6496	6.8498	0.0031	0.0042	0.0196	0.0398	0.0398	3.5692	1.75%	21.93
<b>Y12</b>	Soga	0.0000	0.0044	1.5776	10.000	12.513	0.5004	0.7628	0.0000	0.0011	-0.0068	-0.0137	-0.0068	1.5776	0.77%	9.70
<b>Y13</b>	Soga	0.0001	0.0079	2.8094	10.000	16.713	0.5004	4.9628	0.0015	0.0020	-0.0120	-0.0244	-0.0120	2.8094	1.37%	17.27
<b>Y14</b>	Soga	0.0000	0.0044	1.5776	10.000	19.463	0.5004	7.7128	0.0029	0.0011	-0.0068	-0.0137	-0.0068	1.5776	0.77%	9.70
<b>Y15</b>	Soga	0.0001	0.0279	9.8871	10.000	21.825	0.5004	10.0748	0.0109	0.0070	-0.0424	-0.0860	-0.0424	9.8871	4.84%	60.76
<b>Y16</b>	Soga	0.0001	0.0097	3.4409	13.300	16.788	3.8004	5.0378	0.0017	0.1402	-0.1120	-0.2272	-0.1120	3.4409	1.68%	21.15
<b>Y17</b>	Soga	0.0001	0.0147	5.2257	13.300	22.225	3.8004	10.4748	0.0087	0.2129	-0.1701	-0.3450	-0.1701	5.2257	2.56%	32.11
<b>Y18</b>	Soga	0.0001	0.0147	5.2257	14.650	22.225	5.1504	10.4748	0.0087	0.3910	-0.2305	-0.4676	-0.2305	5.2257	2.56%	32.11
<b>Y19</b>	Soga	0.0001	0.0266	9.4480	16.450	13.313	6.9504	1.5628	0.0003	1.2873	-0.5623	-1.1408	-0.5623	9.4480	4.62%	58.06

<b>Y20</b>	Soga	0.0001	0.0427	15.1456	17.925	16.725	8.4254	4.9748	0.0033	3.0324	-1.0926	-2.2169	-1.0926	15.1456	7.41%	93.08
<b>Y21</b>	Soga	0.0001	0.0070	2.4970	17.925	22.525	8.4254	10.7748	0.0067	0.5000	-0.1801	-0.3655	-0.1801	2.4970	1.22%	15.35
<b>Y1'</b>	Soga	0.0001	0.0063	2.2383	0.075	10.887	-9.4246	-0.8632	0.0000	0.5607	0.1806	0.3665	0.3665	2.6048	1.27%	16.01
<b>Y2'</b>	Soga	0.0001	0.0049	1.7316	0.075	6.637	-9.4246	-5.1132	0.0013	0.4338	0.1397	0.2835	0.2835	2.0151	0.99%	12.38
<b>Y3'</b>	Soga	0.0000	0.0033	1.1615	0.075	5.162	-9.4246	-6.5882	0.0019	0.2910	0.0937	0.1902	0.1902	1.3516	0.66%	8.31
<b>Y4'</b>	Soga	0.0001	0.0070	2.4970	0.075	0.975	-9.4246	-10.7752	0.0067	0.6256	0.2015	0.4088	0.4088	2.9059	1.42%	17.86
<b>Y5'</b>	Soga	0.0001	0.0110	3.8931	3.325	6.837	-6.1746	-4.9132	0.0017	0.4186	0.2058	0.4176	0.4176	4.3107	2.11%	26.49
<b>Y6'</b>	Soga	0.0001	0.0147	5.2257	3.325	1.275	-6.1746	-10.4752	0.0087	0.5619	0.2763	0.5606	0.5606	5.7862	2.83%	35.56
<b>Y7'</b>	Soga	0.0001	0.0293	10.3943	4.675	10.112	-4.8246	-1.6382	0.0003	0.6824	0.4294	0.8712	0.8712	11.2655	5.51%	69.23
<b>Y8'</b>	Soga	0.0001	0.0199	7.0409	4.675	4.487	-4.8246	-7.2632	0.0048	0.4622	0.2909	0.5901	0.5901	7.6311	3.73%	46.90
<b>Y9'</b>	Soga	0.0001	0.0147	5.2257	4.675	1.275	-4.8246	-10.4752	0.0087	0.3431	0.2159	0.4380	0.4380	5.6637	2.77%	34.81
<b>Y10'</b>	Soga	0.0001	0.0063	2.2383	5.725	6.712	-3.7746	-5.0382	0.0014	0.0899	0.0723	0.1468	0.1468	2.3851	1.17%	14.66
<b>Y11'</b>	Soga	0.0001	0.0100	3.5294	8.850	4.900	-0.6496	-6.8502	0.0031	0.0042	0.0196	0.0398	0.0398	3.5692	1.75%	21.93
<b>Y12'</b>	Soga	0.0000	0.0044	1.5776	10.000	10.987	0.5004	-0.7632	0.0000	0.0011	-0.0068	-0.0137	-0.0068	1.5776	0.77%	9.70
<b>Y13'</b>	Soga	0.0001	0.0079	2.8094	10.000	6.787	0.5004	-4.9632	0.0015	0.0020	-0.0120	-0.0244	-0.0120	2.8094	1.37%	17.27
<b>Y14'</b>	Soga	0.0000	0.0044	1.5776	10.000	4.037	0.5004	-7.7132	0.0029	0.0011	-0.0068	-0.0137	-0.0068	1.5776	0.77%	9.70
<b>Y15'</b>	Soga	0.0001	0.0279	9.8871	10.000	1.675	0.5004	-10.0752	0.0109	0.0070	-0.0424	-0.0860	-0.0424	9.8871	4.84%	60.76
<b>Y16'</b>	Soga	0.0001	0.0097	3.4409	13.300	6.712	3.8004	-5.0382	0.0017	0.1402	-0.1120	-0.2272	-0.1120	3.4409	1.68%	21.15
<b>Y17'</b>	Soga	0.0001	0.0147	5.2257	13.300	1.275	3.8004	-10.4752	0.0087	0.2129	-0.1701	-0.3450	-0.1701	5.2257	2.56%	32.11
<b>Y18'</b>	Soga	0.0001	0.0147	5.2257	14.650	1.275	5.1504	-10.4752	0.0087	0.3910	-0.2305	-0.4676	-0.2305	5.2257	2.56%	32.11
<b>Y20'</b>	Soga	0.0001	0.0427	15.1456	17.925	6.775	8.4254	-4.9752	0.0033	3.0324	-1.0926	-2.2169	-1.0926	15.1456	7.41%	93.08
<b>Y21'</b>	Soga	0.0001	0.0070	2.4970	17.925	0.975	8.4254	-10.7752	0.0067	0.5000	-0.1801	-0.3655	-0.1801	2.4970	1.22%	15.35

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 39:** Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 2 - Sismo “Y”)

MURO	APAREJO DEL MURO PORTANTE	RIGIDEZ LATERAL "X"	RIGIDEZ LATERAL "Y"	CORTANTE TRASLACIÓN (Tn)	COORDENADAS DEL C.G DEL MURO					INCREMENTO FC 1	INCREMENTO FC 2	ELECCION DEL INCREMENTO (Tn)	$\bar{N}$ =	% Cortante asumido por el Muro	$\bar{N}$	
		—	—	$\frac{/}{/}$	( )	( )	= -	= -	$\frac{^2}{^2}$	$\frac{^2}{^2}$	= —,—	= —,—	+ (Tn)		(Tn-m)	
X1	Soga	0.0342	0.0001	0.0346	1.700	23.425	-7.7996	11.6748	4.6678	0.0073	0.0023	0.0047	0.0047	0.0393	0.02%	0.17
X2	Soga	0.0111	0.0001	0.0203	5.594	23.425	-3.9056	11.6748	1.5145	0.0011	0.0007	0.0014	0.0014	0.0216	0.01%	0.09
X3	Soga	0.0111	0.0001	0.0203	9.081	23.425	-0.4186	11.6748	1.5145	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0204	0.01%	0.09
X4	Soga	0.0126	0.0001	0.0214	12.325	23.425	2.8254	11.6748	1.7169	0.0006	-0.0005	-0.0011	-0.0005	0.0214	0.01%	0.09
X5	Soga	0.0348	0.0001	0.0349	16.288	23.425	6.7884	11.6748	4.7436	0.0055	-0.0020	-0.0041	-0.0020	0.0349	0.02%	0.15
X6	Soga	0.0418	0.0001	0.0387	1.900	20.225	-7.5996	8.4748	2.9996	0.0077	0.0025	0.0051	0.0051	0.0438	0.03%	0.18
X7	Soga	0.0408	0.0001	0.0382	11.800	20.225	2.3004	8.4748	2.9314	0.0007	-0.0008	-0.0015	-0.0008	0.0382	0.02%	0.16
X8	Soga	0.0348	0.0001	0.0349	16.288	20.225	6.7884	8.4748	2.4996	0.0055	-0.0020	-0.0041	-0.0020	0.0349	0.02%	0.15
X9	Soga	0.0031	0.0000	0.0122	10.525	18.700	1.0254	6.9498	0.1480	0.0000	-0.0001	-0.0002	-0.0001	0.0122	0.01%	0.05
X10	Soga	0.0315	0.0001	0.0331	1.625	17.650	-7.8746	5.8998	1.0961	0.0071	0.0022	0.0045	0.0045	0.0376	0.02%	0.16
X11	Soga	0.0042	0.0000	0.0138	4.075	17.650	-5.4246	5.8998	0.1462	0.0014	0.0006	0.0013	0.0013	0.0150	0.01%	0.06
X12	Soga	0.0291	0.0001	0.0318	7.213	17.650	-2.2866	5.8998	1.0142	0.0006	0.0006	0.0013	0.0013	0.0330	0.02%	0.14
X13	Soga	0.0031	0.0000	0.0122	9.525	17.650	0.0254	5.8998	0.1067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0122	0.01%	0.05
X14	Soga	0.0076	0.0001	0.0173	4.950	15.925	-4.5496	4.1748	0.1322	0.0012	0.0007	0.0014	0.0014	0.0187	0.01%	0.08
X15	Soga	0.0418	0.0001	0.0387	1.900	14.875	-7.5996	3.1248	0.4078	0.0077	0.0025	0.0051	0.0051	0.0438	0.03%	0.18
X16	Soga	0.0324	0.0001	0.0336	14.875	14.875	5.3754	3.1248	0.3164	0.0033	-0.0015	-0.0031	-0.0015	0.0336	0.02%	0.14
X17	Soga	0.0601	0.0002	0.0484	2.375	11.750	-7.1246	-0.0002	0.0000	0.0085	0.0030	0.0060	0.0060	0.0544	0.03%	0.23
X18	Soga	0.0423	0.0001	0.0390	8.163	11.750	-1.3366	-0.0002	0.0000	0.0002	0.0004	0.0009	0.0009	0.0399	0.02%	0.17
X1'	Soga	0.0342	0.0001	0.0346	1.700	0.075	-7.7996	-11.6752	4.6681	0.0073	0.0023	0.0047	0.0047	0.0393	0.02%	0.17
X2'	Soga	0.0111	0.0001	0.0203	5.594	0.075	-3.9056	-11.6752	1.5146	0.0011	0.0007	0.0014	0.0014	0.0216	0.01%	0.09
X3'	Soga	0.0111	0.0001	0.0203	9.081	0.075	-0.4186	-11.6752	1.5146	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0204	0.01%	0.09
X4'	Soga	0.0126	0.0001	0.0214	12.325	0.075	2.8254	-11.6752	1.7171	0.0006	-0.0005	-0.0011	-0.0005	0.0214	0.01%	0.09
X5'	Soga	0.0348	0.0001	0.0349	16.288	0.075	6.7884	-11.6752	4.7439	0.0055	-0.0020	-0.0041	-0.0020	0.0349	0.02%	0.15
X6'	Soga	0.0418	0.0001	0.0387	1.900	3.275	-7.5996	-8.4752	2.9999	0.0077	0.0025	0.0051	0.0051	0.0438	0.03%	0.18

<b>X7'</b>	Soga	0.0408	0.0001	0.0382	11.800	3.275	2.3004	-8.4752	2.9316	0.0007	-0.0008	-0.0015	-0.0008	0.0382	0.02%	0.16
<b>X8'</b>	Soga	0.0348	0.0001	0.0349	16.288	3.275	6.7884	-8.4752	2.4998	0.0055	-0.0020	-0.0041	-0.0020	0.0349	0.02%	0.15
<b>X9'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.0122	10.525	4.800	1.0254	-6.9502	0.1480	0.0000	-0.0001	-0.0002	-0.0001	0.0122	0.01%	0.05
<b>X10'</b>	Soga	0.0315	0.0001	0.0331	1.625	5.850	-7.8746	-5.9002	1.0962	0.0071	0.0022	0.0045	0.0045	0.0376	0.02%	0.16
<b>X11'</b>	Soga	0.0042	0.0000	0.0138	4.075	5.850	-5.4246	-5.9002	0.1462	0.0014	0.0006	0.0013	0.0013	0.0150	0.01%	0.06
<b>X12'</b>	Soga	0.0291	0.0001	0.0318	7.213	5.850	-2.2866	-5.9002	1.0143	0.0006	0.0006	0.0013	0.0013	0.0330	0.02%	0.14
<b>X13'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.0122	9.525	5.850	0.0254	-5.9002	0.1067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0122	0.01%	0.05
<b>X14'</b>	Soga	0.0076	0.0001	0.0173	4.950	7.575	-4.5496	-4.1752	0.1323	0.0012	0.0007	0.0014	0.0014	0.0187	0.01%	0.08
<b>X15'</b>	Soga	0.0418	0.0001	0.0387	1.900	8.625	-7.5996	-3.1252	0.4079	0.0077	0.0025	0.0051	0.0051	0.0438	0.03%	0.18
<b>X16'</b>	Soga	0.0324	0.0001	0.0336	14.875	8.625	5.3754	-3.1252	0.3165	0.0033	-0.0015	-0.0031	-0.0015	0.0336	0.02%	0.14
<b>Y1</b>	Soga	0.0001	0.0063	1.8332	0.075	12.613	-9.4246	0.8628	0.0000	0.5607	0.1479	0.3002	0.3002	2.1334	1.27%	8.97
<b>Y2</b>	Soga	0.0001	0.0049	1.4182	0.075	16.863	-9.4246	5.1128	0.0013	0.4338	0.1144	0.2322	0.2322	1.6504	0.99%	6.94
<b>Y3</b>	Soga	0.0000	0.0033	0.9513	0.075	18.338	-9.4246	6.5878	0.0019	0.2910	0.0768	0.1558	0.1558	1.1070	0.66%	4.66
<b>Y4</b>	Soga	0.0001	0.0070	2.0452	0.075	22.525	-9.4246	10.7748	0.0067	0.6256	0.1650	0.3349	0.3349	2.3800	1.42%	10.01
<b>Y5</b>	Soga	0.0001	0.0110	3.1885	3.325	16.663	-6.1746	4.9128	0.0017	0.4186	0.1686	0.3420	0.3420	3.5306	2.11%	14.85
<b>Y6</b>	Soga	0.0001	0.0147	4.2800	3.325	22.225	-6.1746	10.4748	0.0087	0.5619	0.2263	0.4591	0.4591	4.7391	2.83%	19.94
<b>Y7</b>	Soga	0.0001	0.0293	8.5132	4.675	13.388	-4.8246	1.6378	0.0003	0.6824	0.3517	0.7135	0.7135	9.2268	5.51%	38.82
<b>Y8</b>	Soga	0.0001	0.0199	5.7667	4.675	19.013	-4.8246	7.2628	0.0048	0.4622	0.2382	0.4833	0.4833	6.2501	3.73%	26.29
<b>Y9</b>	Soga	0.0001	0.0147	4.2800	4.675	22.225	-4.8246	10.4748	0.0087	0.3431	0.1768	0.3587	0.3587	4.6387	2.77%	19.51
<b>Y10</b>	Soga	0.0001	0.0063	1.8332	5.725	16.788	-3.7746	5.0378	0.0014	0.0899	0.0592	0.1202	0.1202	1.9535	1.17%	8.22
<b>Y11</b>	Soga	0.0001	0.0100	2.8907	8.850	18.600	-0.6496	6.8498	0.0031	0.0042	0.0161	0.0326	0.0326	2.9233	1.75%	12.30
<b>Y12</b>	Soga	0.0000	0.0044	1.2921	10.000	12.513	0.5004	0.7628	0.0000	0.0011	-0.0055	-0.0112	-0.0055	1.2921	0.77%	5.44
<b>Y13</b>	Soga	0.0001	0.0079	2.3010	10.000	16.713	0.5004	4.9628	0.0015	0.0020	-0.0099	-0.0200	-0.0099	2.3010	1.37%	9.68
<b>Y14</b>	Soga	0.0000	0.0044	1.2921	10.000	19.463	0.5004	7.7128	0.0029	0.0011	-0.0055	-0.0112	-0.0055	1.2921	0.77%	5.44
<b>Y15</b>	Soga	0.0001	0.0279	8.0978	10.000	21.825	0.5004	10.0748	0.0109	0.0070	-0.0347	-0.0704	-0.0347	8.0978	4.84%	34.07
<b>Y16</b>	Soga	0.0001	0.0097	2.8182	13.300	16.788	3.8004	5.0378	0.0017	0.1402	-0.0917	-0.1861	-0.0917	2.8182	1.68%	11.86
<b>Y17</b>	Soga	0.0001	0.0147	4.2800	13.300	22.225	3.8004	10.4748	0.0087	0.2129	-0.1393	-0.2826	-0.1393	4.2800	2.56%	18.01
<b>Y18</b>	Soga	0.0001	0.0147	4.2800	14.650	22.225	5.1504	10.4748	0.0087	0.3910	-0.1888	-0.3830	-0.1888	4.2800	2.56%	18.01
<b>Y19</b>	Soga	0.0001	0.0266	7.7382	16.450	13.313	6.9504	1.5628	0.0003	1.2873	-0.4605	-0.9344	-0.4605	7.7382	4.62%	32.55

<b>Y20</b>	Soga	0.0001	0.0427	12.4047	17.925	16.725	8.4254	4.9748	0.0033	3.0324	-0.8949	-1.8157	-0.8949	12.4047	7.41%	52.18
<b>Y21</b>	Soga	0.0001	0.0070	2.0452	17.925	22.525	8.4254	10.7748	0.0067	0.5000	-0.1475	-0.2994	-0.1475	2.0452	1.22%	8.60
<b>Y1'</b>	Soga	0.0001	0.0063	1.8332	0.075	10.887	-9.4246	-0.8632	0.0000	0.5607	0.1479	0.3002	0.3002	2.1334	1.27%	8.97
<b>Y2'</b>	Soga	0.0001	0.0049	1.4182	0.075	6.637	-9.4246	-5.1132	0.0013	0.4338	0.1144	0.2322	0.2322	1.6504	0.99%	6.94
<b>Y3'</b>	Soga	0.0000	0.0033	0.9513	0.075	5.162	-9.4246	-6.5882	0.0019	0.2910	0.0768	0.1558	0.1558	1.1070	0.66%	4.66
<b>Y4'</b>	Soga	0.0001	0.0070	2.0452	0.075	0.975	-9.4246	-10.7752	0.0067	0.6256	0.1650	0.3349	0.3349	2.3800	1.42%	10.01
<b>Y5'</b>	Soga	0.0001	0.0110	3.1885	3.325	6.837	-6.1746	-4.9132	0.0017	0.4186	0.1686	0.3420	0.3420	3.5306	2.11%	14.85
<b>Y6'</b>	Soga	0.0001	0.0147	4.2800	3.325	1.275	-6.1746	-10.4752	0.0087	0.5619	0.2263	0.4591	0.4591	4.7391	2.83%	19.94
<b>Y7'</b>	Soga	0.0001	0.0293	8.5132	4.675	10.112	-4.8246	-1.6382	0.0003	0.6824	0.3517	0.7135	0.7135	9.2268	5.51%	38.82
<b>Y8'</b>	Soga	0.0001	0.0199	5.7667	4.675	4.487	-4.8246	-7.2632	0.0048	0.4622	0.2382	0.4833	0.4833	6.2501	3.73%	26.29
<b>Y9'</b>	Soga	0.0001	0.0147	4.2800	4.675	1.275	-4.8246	-10.4752	0.0087	0.3431	0.1768	0.3587	0.3587	4.6387	2.77%	19.51
<b>Y10'</b>	Soga	0.0001	0.0063	1.8332	5.725	6.712	-3.7746	-5.0382	0.0014	0.0899	0.0592	0.1202	0.1202	1.9535	1.17%	8.22
<b>Y11'</b>	Soga	0.0001	0.0100	2.8907	8.850	4.900	-0.6496	-6.8502	0.0031	0.0042	0.0161	0.0326	0.0326	2.9233	1.75%	12.30
<b>Y12'</b>	Soga	0.0000	0.0044	1.2921	10.000	10.987	0.5004	-0.7632	0.0000	0.0011	-0.0055	-0.0112	-0.0055	1.2921	0.77%	5.44
<b>Y13'</b>	Soga	0.0001	0.0079	2.3010	10.000	6.787	0.5004	-4.9632	0.0015	0.0020	-0.0099	-0.0200	-0.0099	2.3010	1.37%	9.68
<b>Y14'</b>	Soga	0.0000	0.0044	1.2921	10.000	4.037	0.5004	-7.7132	0.0029	0.0011	-0.0055	-0.0112	-0.0055	1.2921	0.77%	5.44
<b>Y15'</b>	Soga	0.0001	0.0279	8.0978	10.000	1.675	0.5004	-10.0752	0.0109	0.0070	-0.0347	-0.0704	-0.0347	8.0978	4.84%	34.07
<b>Y16'</b>	Soga	0.0001	0.0097	2.8182	13.300	6.712	3.8004	-5.0382	0.0017	0.1402	-0.0917	-0.1861	-0.0917	2.8182	1.68%	11.86
<b>Y17'</b>	Soga	0.0001	0.0147	4.2800	13.300	1.275	3.8004	-10.4752	0.0087	0.2129	-0.1393	-0.2826	-0.1393	4.2800	2.56%	18.01
<b>Y18'</b>	Soga	0.0001	0.0147	4.2800	14.650	1.275	5.1504	-10.4752	0.0087	0.3910	-0.1888	-0.3830	-0.1888	4.2800	2.56%	18.01
<b>Y20'</b>	Soga	0.0001	0.0427	12.4047	17.925	6.775	8.4254	-4.9752	0.0033	3.0324	-0.8949	-1.8157	-0.8949	12.4047	7.41%	52.18
<b>Y21'</b>	Soga	0.0001	0.0070	2.0452	17.925	0.975	8.4254	-10.7752	0.0067	0.5000	-0.1475	-0.2994	-0.1475	2.0452	1.22%	8.60

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 40:** Corrección por Torsión y Cálculo del Cortante de los Muros (Piso 3 - Sismo “Y”)

MURO	APAREJO DEL MURO PORTANTE	RIGIDEZ LATERAL "X"	RIGIDEZ LATERAL "Y"	CORTANTE TRASLACIÓN (Tn)	COORDENADAS DEL C.G DEL MURO		= - = -		— 2 — 2		INCREMENTO FC 1	INCREMENTO FC 2	ELECCION DEL INCREMENTO (Tn)	+ $\bar{N}$ = (Tn)	% Cortante asumido por el Muro	$\bar{N}$ (Tn-m)
X1	Soga	0.0342	0.0001	0.0193	1.700	23.425	-7.7996	11.6748	4.6678	0.0073	0.0013	0.0026	0.0026	0.0219	0.02%	0.06
X2	Soga	0.0111	0.0001	0.0113	5.594	23.425	-3.9056	11.6748	1.5145	0.0011	0.0004	0.0008	0.0008	0.0121	0.01%	0.03
X3	Soga	0.0111	0.0001	0.0113	9.081	23.425	-0.4186	11.6748	1.5145	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0114	0.01%	0.03
X4	Soga	0.0126	0.0001	0.0119	12.325	23.425	2.8254	11.6748	1.7169	0.0006	-0.0003	-0.0006	-0.0003	0.0119	0.01%	0.03
X5	Soga	0.0348	0.0001	0.0195	16.288	23.425	6.7884	11.6748	4.7436	0.0055	-0.0011	-0.0023	-0.0011	0.0195	0.02%	0.05
X6	Soga	0.0418	0.0001	0.0216	1.900	20.225	-7.5996	8.4748	2.9996	0.0077	0.0014	0.0029	0.0029	0.0245	0.03%	0.07
X7	Soga	0.0408	0.0001	0.0213	11.800	20.225	2.3004	8.4748	2.9314	0.0007	-0.0004	-0.0009	-0.0004	0.0213	0.02%	0.06
X8	Soga	0.0348	0.0001	0.0195	16.288	20.225	6.7884	8.4748	2.4996	0.0055	-0.0011	-0.0023	-0.0011	0.0195	0.02%	0.05
X9	Soga	0.0031	0.0000	0.0068	10.525	18.700	1.0254	6.9498	0.1480	0.0000	-0.0001	-0.0001	-0.0001	0.0068	0.01%	0.02
X10	Soga	0.0315	0.0001	0.0185	1.625	17.650	-7.8746	5.8998	1.0961	0.0071	0.0012	0.0025	0.0025	0.0210	0.02%	0.06
X11	Soga	0.0042	0.0000	0.0077	4.075	17.650	-5.4246	5.8998	0.1462	0.0014	0.0004	0.0007	0.0007	0.0084	0.01%	0.02
X12	Soga	0.0291	0.0001	0.0177	7.213	17.650	-2.2866	5.8998	1.0142	0.0006	0.0003	0.0007	0.0007	0.0184	0.02%	0.05
X13	Soga	0.0031	0.0000	0.0068	9.525	17.650	0.0254	5.8998	0.1067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0068	0.01%	0.02
X14	Soga	0.0076	0.0001	0.0097	4.950	15.925	-4.5496	4.1748	0.1322	0.0012	0.0004	0.0008	0.0008	0.0104	0.01%	0.03
X15	Soga	0.0418	0.0001	0.0216	1.900	14.875	-7.5996	3.1248	0.4078	0.0077	0.0014	0.0029	0.0029	0.0245	0.03%	0.07
X16	Soga	0.0324	0.0001	0.0188	14.875	14.875	5.3754	3.1248	0.3164	0.0033	-0.0009	-0.0018	-0.0009	0.0188	0.02%	0.05
X17	Soga	0.0601	0.0002	0.0270	2.375	11.750	-7.1246	-0.0002	0.0000	0.0085	0.0016	0.0033	0.0033	0.0303	0.03%	0.08
X18	Soga	0.0423	0.0001	0.0218	8.163	11.750	-1.3366	-0.0002	0.0000	0.0002	0.0002	0.0005	0.0005	0.0223	0.02%	0.06
X1'	Soga	0.0342	0.0001	0.0193	1.700	0.075	-7.7996	-11.6752	4.6681	0.0073	0.0013	0.0026	0.0026	0.0219	0.02%	0.06
X2'	Soga	0.0111	0.0001	0.0113	5.594	0.075	-3.9056	-11.6752	1.5146	0.0011	0.0004	0.0008	0.0008	0.0121	0.01%	0.03
X3'	Soga	0.0111	0.0001	0.0113	9.081	0.075	-0.4186	-11.6752	1.5146	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0114	0.01%	0.03
X4'	Soga	0.0126	0.0001	0.0119	12.325	0.075	2.8254	-11.6752	1.7171	0.0006	-0.0003	-0.0006	-0.0003	0.0119	0.01%	0.03
X5'	Soga	0.0348	0.0001	0.0195	16.288	0.075	6.7884	-11.6752	4.7439	0.0055	-0.0011	-0.0023	-0.0011	0.0195	0.02%	0.05
X6'	Soga	0.0418	0.0001	0.0216	1.900	3.275	-7.5996	-8.4752	2.9999	0.0077	0.0014	0.0029	0.0029	0.0245	0.03%	0.07

<b>X7'</b>	Soga	0.0408	0.0001	0.0213	11.800	3.275	2.3004	-8.4752	2.9316	0.0007	-0.0004	-0.0009	-0.0004	0.0213	0.02%	0.06
<b>X8'</b>	Soga	0.0348	0.0001	0.0195	16.288	3.275	6.7884	-8.4752	2.4998	0.0055	-0.0011	-0.0023	-0.0011	0.0195	0.02%	0.05
<b>X9'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.0068	10.525	4.800	1.0254	-6.9502	0.1480	0.0000	-0.0001	-0.0001	-0.0001	0.0068	0.01%	0.02
<b>X10'</b>	Soga	0.0315	0.0001	0.0185	1.625	5.850	-7.8746	-5.9002	1.0962	0.0071	0.0012	0.0025	0.0025	0.0210	0.02%	0.06
<b>X11'</b>	Soga	0.0042	0.0000	0.0077	4.075	5.850	-5.4246	-5.9002	0.1462	0.0014	0.0004	0.0007	0.0007	0.0084	0.01%	0.02
<b>X12'</b>	Soga	0.0291	0.0001	0.0177	7.213	5.850	-2.2866	-5.9002	1.0143	0.0006	0.0003	0.0007	0.0007	0.0184	0.02%	0.05
<b>X13'</b>	Soga	0.0031	0.0000	0.0068	9.525	5.850	0.0254	-5.9002	0.1067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0068	0.01%	0.02
<b>X14'</b>	Soga	0.0076	0.0001	0.0097	4.950	7.575	-4.5496	-4.1752	0.1323	0.0012	0.0004	0.0008	0.0008	0.0104	0.01%	0.03
<b>X15'</b>	Soga	0.0418	0.0001	0.0216	1.900	8.625	-7.5996	-3.1252	0.4079	0.0077	0.0014	0.0029	0.0029	0.0245	0.03%	0.07
<b>X16'</b>	Soga	0.0324	0.0001	0.0188	14.875	8.625	5.3754	-3.1252	0.3165	0.0033	-0.0009	-0.0018	-0.0009	0.0188	0.02%	0.05
<b>Y1</b>	Soga	0.0001	0.0063	1.0231	0.075	12.613	-9.4246	0.8628	0.0000	0.5607	0.0826	0.1675	0.1675	1.1906	1.27%	3.21
<b>Y2</b>	Soga	0.0001	0.0049	0.7915	0.075	16.863	-9.4246	5.1128	0.0013	0.4338	0.0639	0.1296	0.1296	0.9211	0.99%	2.49
<b>Y3</b>	Soga	0.0000	0.0033	0.5309	0.075	18.338	-9.4246	6.5878	0.0019	0.2910	0.0428	0.0869	0.0869	0.6178	0.66%	1.67
<b>Y4</b>	Soga	0.0001	0.0070	1.1414	0.075	22.525	-9.4246	10.7748	0.0067	0.6256	0.0921	0.1869	0.1869	1.3282	1.42%	3.59
<b>Y5</b>	Soga	0.0001	0.0110	1.7795	3.325	16.663	-6.1746	4.9128	0.0017	0.4186	0.0941	0.1909	0.1909	1.9704	2.11%	5.32
<b>Y6</b>	Soga	0.0001	0.0147	2.3886	3.325	22.225	-6.1746	10.4748	0.0087	0.5619	0.1263	0.2562	0.2562	2.6448	2.83%	7.14
<b>Y7</b>	Soga	0.0001	0.0293	4.7511	4.675	13.388	-4.8246	1.6378	0.0003	0.6824	0.1963	0.3982	0.3982	5.1493	5.51%	13.90
<b>Y8</b>	Soga	0.0001	0.0199	3.2183	4.675	19.013	-4.8246	7.2628	0.0048	0.4622	0.1330	0.2697	0.2697	3.4881	3.73%	9.42
<b>Y9</b>	Soga	0.0001	0.0147	2.3886	4.675	22.225	-4.8246	10.4748	0.0087	0.3431	0.0987	0.2002	0.2002	2.5888	2.77%	6.99
<b>Y10</b>	Soga	0.0001	0.0063	1.0231	5.725	16.788	-3.7746	5.0378	0.0014	0.0899	0.0331	0.0671	0.0671	1.0902	1.17%	2.94
<b>Y11</b>	Soga	0.0001	0.0100	1.6132	8.850	18.600	-0.6496	6.8498	0.0031	0.0042	0.0090	0.0182	0.0182	1.6315	1.75%	4.40
<b>Y12</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.7211	10.000	12.513	0.5004	0.7628	0.0000	0.0011	-0.0031	-0.0063	-0.0031	0.7211	0.77%	1.95
<b>Y13</b>	Soga	0.0001	0.0079	1.2842	10.000	16.713	0.5004	4.9628	0.0015	0.0020	-0.0055	-0.0112	-0.0055	1.2842	1.37%	3.47
<b>Y14</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.7211	10.000	19.463	0.5004	7.7128	0.0029	0.0011	-0.0031	-0.0063	-0.0031	0.7211	0.77%	1.95
<b>Y15</b>	Soga	0.0001	0.0279	4.5193	10.000	21.825	0.5004	10.0748	0.0109	0.0070	-0.0194	-0.0393	-0.0194	4.5193	4.84%	12.20
<b>Y16</b>	Soga	0.0001	0.0097	1.5728	13.300	16.788	3.8004	5.0378	0.0017	0.1402	-0.0512	-0.1038	-0.0512	1.5728	1.68%	4.25
<b>Y17</b>	Soga	0.0001	0.0147	2.3886	13.300	22.225	3.8004	10.4748	0.0087	0.2129	-0.0777	-0.1577	-0.0777	2.3886	2.56%	6.45
<b>Y18</b>	Soga	0.0001	0.0147	2.3886	14.650	22.225	5.1504	10.4748	0.0087	0.3910	-0.1053	-0.2137	-0.1053	2.3886	2.56%	6.45
<b>Y19</b>	Soga	0.0001	0.0266	4.3186	16.450	13.313	6.9504	1.5628	0.0003	1.2873	-0.2570	-0.5215	-0.2570	4.3186	4.62%	11.66

<b>Y20</b>	Soga	0.0001	0.0427	6.9229	17.925	16.725	8.4254	4.9748	0.0033	3.0324	-0.4994	-1.0133	-0.4994	6.9229	7.41%	18.69
<b>Y21</b>	Soga	0.0001	0.0070	1.1414	17.925	22.525	8.4254	10.7748	0.0067	0.5000	-0.0823	-0.1671	-0.0823	1.1414	1.22%	3.08
<b>Y1'</b>	Soga	0.0001	0.0063	1.0231	0.075	10.887	-9.4246	-0.8632	0.0000	0.5607	0.0826	0.1675	0.1675	1.1906	1.27%	3.21
<b>Y2'</b>	Soga	0.0001	0.0049	0.7915	0.075	6.637	-9.4246	-5.1132	0.0013	0.4338	0.0639	0.1296	0.1296	0.9211	0.99%	2.49
<b>Y3'</b>	Soga	0.0000	0.0033	0.5309	0.075	5.162	-9.4246	-6.5882	0.0019	0.2910	0.0428	0.0869	0.0869	0.6178	0.66%	1.67
<b>Y4'</b>	Soga	0.0001	0.0070	1.1414	0.075	0.975	-9.4246	-10.7752	0.0067	0.6256	0.0921	0.1869	0.1869	1.3282	1.42%	3.59
<b>Y5'</b>	Soga	0.0001	0.0110	1.7795	3.325	6.837	-6.1746	-4.9132	0.0017	0.4186	0.0941	0.1909	0.1909	1.9704	2.11%	5.32
<b>Y6'</b>	Soga	0.0001	0.0147	2.3886	3.325	1.275	-6.1746	-10.4752	0.0087	0.5619	0.1263	0.2562	0.2562	2.6448	2.83%	7.14
<b>Y7'</b>	Soga	0.0001	0.0293	4.7511	4.675	10.112	-4.8246	-1.6382	0.0003	0.6824	0.1963	0.3982	0.3982	5.1493	5.51%	13.90
<b>Y8'</b>	Soga	0.0001	0.0199	3.2183	4.675	4.487	-4.8246	-7.2632	0.0048	0.4622	0.1330	0.2697	0.2697	3.4881	3.73%	9.42
<b>Y9'</b>	Soga	0.0001	0.0147	2.3886	4.675	1.275	-4.8246	-10.4752	0.0087	0.3431	0.0987	0.2002	0.2002	2.5888	2.77%	6.99
<b>Y10'</b>	Soga	0.0001	0.0063	1.0231	5.725	6.712	-3.7746	-5.0382	0.0014	0.0899	0.0331	0.0671	0.0671	1.0902	1.17%	2.94
<b>Y11'</b>	Soga	0.0001	0.0100	1.6132	8.850	4.900	-0.6496	-6.8502	0.0031	0.0042	0.0090	0.0182	0.0182	1.6315	1.75%	4.40
<b>Y12'</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.7211	10.000	10.987	0.5004	-0.7632	0.0000	0.0011	-0.0031	-0.0063	-0.0031	0.7211	0.77%	1.95
<b>Y13'</b>	Soga	0.0001	0.0079	1.2842	10.000	6.787	0.5004	-4.9632	0.0015	0.0020	-0.0055	-0.0112	-0.0055	1.2842	1.37%	3.47
<b>Y14'</b>	Soga	0.0000	0.0044	0.7211	10.000	4.037	0.5004	-7.7132	0.0029	0.0011	-0.0031	-0.0063	-0.0031	0.7211	0.77%	1.95
<b>Y15'</b>	Soga	0.0001	0.0279	4.5193	10.000	1.675	0.5004	-10.0752	0.0109	0.0070	-0.0194	-0.0393	-0.0194	4.5193	4.84%	12.20
<b>Y16'</b>	Soga	0.0001	0.0097	1.5728	13.300	6.712	3.8004	-5.0382	0.0017	0.1402	-0.0512	-0.1038	-0.0512	1.5728	1.68%	4.25
<b>Y17'</b>	Soga	0.0001	0.0147	2.3886	13.300	1.275	3.8004	-10.4752	0.0087	0.2129	-0.0777	-0.1577	-0.0777	2.3886	2.56%	6.45
<b>Y18'</b>	Soga	0.0001	0.0147	2.3886	14.650	1.275	5.1504	-10.4752	0.0087	0.3910	-0.1053	-0.2137	-0.1053	2.3886	2.56%	6.45
<b>Y20'</b>	Soga	0.0001	0.0427	6.9229	17.925	6.775	8.4254	-4.9752	0.0033	3.0324	-0.4994	-1.0133	-0.4994	6.9229	7.41%	18.69
<b>Y21'</b>	Soga	0.0001	0.0070	1.1414	17.925	0.975	8.4254	-10.7752	0.0067	0.5000	-0.0823	-0.1671	-0.0823	1.1414	1.22%	3.08

Fuente: Elaboración propia

## 4.1.5 ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA

### 4.1.5.1 DISEÑO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA

-A continuación, se presenta el Análisis de los muros portantes para cada piso y para cada dirección.

#### -DIRECCIÓN “X”

**Tabla 41:** Análisis de los muros portantes (Primer piso - Dirección “X”)

Muro	Espesor "t" (m)	Longitud "L" (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn-m)	Vm	0.55Vm	Verificar: 0.55	Vm/Ve	Vu (Tn)	Mu (Tn-m)	
X1	0.13	3.40	16.55	9.19	51.50	0.61	14.67	9.24	OK!	2.00	18.39	103.00
X2	0.13	1.99	12.83	2.98	18.33	0.33	6.44	3.54	OK!	2.16	6.44	39.60
X3	0.13	1.99	12.61	2.98	18.33	0.33	6.39	3.52	OK!	2.14	6.39	39.28
X4	0.13	2.10	12.80	3.38	20.78	0.34	6.72	3.70	OK!	2.00	6.76	41.56
X5	0.13	3.43	16.66	9.34	52.42	0.61	14.87	9.37	OK!	2.00	18.69	104.83
X6	0.13	3.80	25.66	10.76	59.15	0.69	19.74	10.85	OK!	2.00	21.53	118.31
X7	0.13	3.75	22.34	10.52	61.55	0.64	17.79	10.68	OK!	2.00	21.04	123.09
X8	0.13	3.43	23.83	8.97	51.12	0.60	16.35	8.99	OK!	2.00	17.94	102.25
X9	0.13	1.20	4.20	0.77	4.76	0.33	3.07	1.69	OK!	3.00	2.32	14.27
X10	0.13	3.25	17.77	7.84	42.21	0.60	14.42	7.93	OK!	2.00	15.69	84.42
X11	0.13	1.35	9.30	1.05	6.43	0.33	4.51	2.48	OK!	3.00	3.14	19.29
X12	0.13	3.12	18.86	7.26	41.61	0.54	13.28	7.30	OK!	2.00	14.52	83.22
X13	0.13	1.20	6.34	0.76	4.69	0.33	3.56	1.96	OK!	3.00	2.29	14.08
X14	0.13	1.70	5.93	1.85	11.35	0.33	4.35	2.39	OK!	2.35	4.35	26.72
X15	0.13	3.80	25.90	10.02	61.56	0.62	18.33	10.08	OK!	2.00	20.03	123.12
X16	0.13	3.30	24.62	7.77	47.76	0.54	14.99	8.25	OK!	2.00	15.54	95.52
X17	0.13	4.75	32.43	13.79	84.76	0.77	26.79	14.73	OK!	2.00	27.58	169.52
X18	0.13	3.83	28.35	9.71	59.68	0.62	19.09	10.50	OK!	2.00	19.42	119.36
X1'	0.13	3.40	16.55	9.12	51.06	0.61	14.68	9.25	OK!	2.00	18.24	102.12
X2'	0.13	1.99	12.83	2.96	18.19	0.33	6.44	3.54	OK!	2.18	6.44	39.60
X3'	0.13	1.99	12.61	2.96	18.19	0.33	6.39	3.52	OK!	2.16	6.39	39.28
X4'	0.13	2.10	12.80	3.36	20.62	0.34	6.72	3.70	OK!	2.00	6.72	41.31
X5'	0.13	3.43	16.66	9.27	52.57	0.60	14.75	9.29	OK!	2.00	18.54	105.14
X6'	0.13	3.80	25.66	10.70	59.77	0.68	19.51	10.73	OK!	2.00	21.40	119.53
X7'	0.13	3.75	22.34	10.46	61.27	0.64	17.78	10.67	OK!	2.00	20.92	122.54
X8'	0.13	3.43	23.83	8.92	51.40	0.60	16.23	8.92	OK!	2.00	17.84	102.81
X9'	0.13	1.20	4.20	0.77	4.73	0.33	3.07	1.69	OK!	3.00	2.31	14.20
X10'	0.13	3.25	17.77	7.81	42.01	0.60	14.43	7.94	OK!	2.00	15.62	84.01
X11'	0.13	1.35	9.30	1.04	6.40	0.33	4.51	2.48	OK!	3.00	3.13	19.21

<b>X12'</b>	0.13	3.12	18.86	7.23	41.42	0.54	13.28	7.30	<b>OK!</b>	2.00	14.46	82.84
<b>X13'</b>	0.13	1.20	6.34	0.76	4.67	0.33	3.56	1.96	<b>OK!</b>	3.00	2.28	14.02
<b>X14'</b>	0.13	1.70	5.93	1.84	11.31	0.33	4.35	2.39	<b>OK!</b>	2.36	4.35	26.72
<b>X15'</b>	0.13	3.80	25.90	9.99	61.42	0.62	18.33	10.08	<b>OK!</b>	2.00	19.99	122.83
<b>X16'</b>	0.13	3.30	24.25	7.75	47.65	0.54	14.91	8.20	<b>OK!</b>	2.00	15.51	95.30

Fuente: Elaboración propia

\*LOS MUROS DEL PRIMER PISO NO SE AGRIETAN POR CORTE ANTE EL SISMO MODERADO ( $V_e < 0.55V_m$ )

\*  $V_m = 404.31 > V_e = 391.49$  ----- RESISTENCIA GLOBAL OK

**Tabla 42:** Análisis de los muros portantes (Segundo piso - Dirección "X")

Muro	Espesor "t" (m)	Longitud "L" (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn-m)	Vm	0.55Vm	VERIFICAR: 0.55	Vm/Ve	Vu (Tn)	Mu (Tn-m)	VERIFICAR:	
<b>X1</b>	0.13	3.40	11.00	7.53	31.68	0.81	17.00	9.35	<b>OK!</b>	2.00	15.06	63.35	<b>OK!</b>
<b>X2</b>	0.13	1.99	8.43	2.44	10.28	0.47	6.90	3.79	<b>OK!</b>	2.16	5.28	22.20	<b>OK!</b>
<b>X3</b>	0.13	1.99	8.32	2.44	10.28	0.47	6.87	3.78	<b>OK!</b>	2.14	5.24	22.03	<b>OK!</b>
<b>X4</b>	0.13	2.10	8.41	2.77	11.65	0.50	7.45	4.10	<b>OK!</b>	2.00	5.54	23.30	<b>OK!</b>
<b>X5</b>	0.13	3.43	11.07	7.65	32.19	0.82	17.27	9.50	<b>OK!</b>	2.00	15.30	64.38	<b>OK!</b>
<b>X6</b>	0.13	3.80	16.66	8.82	37.09	0.90	21.90	12.05	<b>OK!</b>	2.00	17.63	74.18	<b>OK!</b>
<b>X7</b>	0.13	3.75	14.44	8.62	36.24	0.89	20.92	11.51	<b>OK!</b>	2.00	17.23	72.49	<b>OK!</b>
<b>X8</b>	0.13	3.43	15.48	7.35	30.91	0.82	18.28	10.06	<b>OK!</b>	2.00	14.69	61.81	<b>OK!</b>
<b>X9</b>	0.13	1.20	2.67	0.63	2.67	0.33	2.72	1.50	<b>OK!</b>	3.00	1.90	8.00	<b>OK!</b>
<b>X10</b>	0.13	3.25	11.66	6.43	27.03	0.77	15.90	8.75	<b>OK!</b>	2.00	12.85	54.06	<b>OK!</b>
<b>X11</b>	0.13	1.35	5.85	0.86	3.60	0.33	3.71	2.04	<b>OK!</b>	3.00	2.57	10.81	<b>OK!</b>
<b>X12</b>	0.13	3.12	12.00	5.95	25.01	0.74	14.94	8.22	<b>OK!</b>	2.00	11.89	50.02	<b>OK!</b>
<b>X13</b>	0.13	1.20	4.08	0.63	2.63	0.33	3.04	1.67	<b>OK!</b>	3.00	1.88	7.89	<b>OK!</b>
<b>X14</b>	0.13	1.70	3.77	1.51	6.36	0.40	4.48	2.47	<b>OK!</b>	2.35	3.56	14.98	<b>OK!</b>
<b>X15</b>	0.13	3.80	16.82	8.20	34.51	0.90	21.94	12.07	<b>OK!</b>	2.00	16.41	69.03	<b>OK!</b>
<b>X16</b>	0.13	3.30	16.04	6.37	26.78	0.78	17.32	9.52	<b>OK!</b>	2.00	12.73	53.55	<b>OK!</b>
<b>X17</b>	0.13	4.75	21.05	11.30	47.52	1.00	29.85	16.42	<b>OK!</b>	2.00	22.59	95.04	<b>OK!</b>
<b>X18</b>	0.13	3.83	18.30	7.95	33.46	0.91	22.57	12.41	<b>OK!</b>	2.00	15.91	66.92	<b>OK!</b>
<b>X1'</b>	0.13	3.40	11.00	7.47	31.43	0.81	17.00	9.35	<b>OK!</b>	2.00	14.94	62.86	<b>OK!</b>
<b>X2'</b>	0.13	1.99	8.43	2.42	10.20	0.47	6.90	3.79	<b>OK!</b>	2.18	5.28	22.20	<b>OK!</b>
<b>X3'</b>	0.13	1.99	8.32	2.42	10.20	0.47	6.87	3.78	<b>OK!</b>	2.16	5.24	22.03	<b>OK!</b>
<b>X4'</b>	0.13	2.10	8.41	2.75	11.56	0.50	7.45	4.10	<b>OK!</b>	2.00	5.51	23.16	<b>OK!</b>
<b>X5'</b>	0.13	3.43	11.07	7.59	31.94	0.82	17.27	9.50	<b>OK!</b>	2.00	15.19	63.88	<b>OK!</b>
<b>X6'</b>	0.13	3.80	16.66	8.76	36.87	0.90	21.90	12.05	<b>OK!</b>	2.00	17.53	73.74	<b>OK!</b>
<b>X7'</b>	0.13	3.75	14.44	8.57	36.03	0.89	20.92	11.51	<b>OK!</b>	2.00	17.13	72.07	<b>OK!</b>
<b>X8'</b>	0.13	3.43	15.48	7.30	30.73	0.82	18.28	10.06	<b>OK!</b>	2.00	14.61	61.45	<b>OK!</b>
<b>X9'</b>	0.13	1.20	2.67	0.63	2.65	0.33	2.72	1.50	<b>OK!</b>	3.00	1.89	7.96	<b>OK!</b>



<b>X10'</b>	0.13	3.25	11.66	6.40	26.92	0.77	15.90	8.75	<b>OK!</b>	2.00	12.80	53.83	<b>OK!</b>
<b>X11'</b>	0.13	1.35	5.85	0.85	3.59	0.33	3.71	2.04	<b>OK!</b>	3.00	2.56	10.77	<b>OK!</b>
<b>X12'</b>	0.13	3.12	12.00	5.92	24.90	0.74	14.94	8.22	<b>OK!</b>	2.00	11.84	49.81	<b>OK!</b>
<b>X13'</b>	0.13	1.20	4.08	0.62	2.62	0.33	3.04	1.67	<b>OK!</b>	3.00	1.87	7.86	<b>OK!</b>
<b>X14'</b>	0.13	1.70	3.77	1.51	6.34	0.40	4.48	2.47	<b>OK!</b>	2.36	3.56	14.98	<b>OK!</b>
<b>X15'</b>	0.13	3.80	16.82	8.18	34.43	0.90	21.94	12.07	<b>OK!</b>	2.00	16.37	68.87	<b>OK!</b>
<b>X16'</b>	0.13	3.30	15.99	6.35	26.72	0.78	17.31	9.52	<b>OK!</b>	2.00	12.70	53.43	<b>OK!</b>

Fuente: Elaboración propia

\*LOS MUROS DEL SEGUNDO PISO NO SE AGRIETAN POR CORTE ANTE EL SISMO MODERADO ( $V_e < 0.55V_m$ )

\*LOS MUROS DEL SEGUNDO PISO NO SE AGRIETAN POR CORTE ANTE EL SISMO SEVERO ( $V_u < V_m$ )

\*  $V_m = 453.73 > V_e = 320.64$  -----> RESISTENCIA GLOBAL OK

**Tabla 43:** Análisis de los muros portantes (Tercer piso - Dirección "X")

Muro	Espeor "t" (m)	Longitud "L" (m)	Pg (Tn)	$V_e$ (Tn)	$M_e$ (Tn-m)	$V_m$	$0.55V_m$	VERIFICAR: 0.55	$V_m/V_e$	$V_u$ (Tn)	$M_u$ (Tn-m)	VERIFICAR:	
<b>X1</b>	0.13	3.40	5.46	4.20	11.35	1.00	19.16	10.54	<b>OK!</b>	2.00	8.40	22.69	<b>OK!</b>
<b>X2</b>	0.13	1.99	4.03	1.36	3.68	0.74	8.65	4.76	<b>OK!</b>	2.16	2.95	7.95	<b>OK!</b>
<b>X3</b>	0.13	1.99	4.03	1.36	3.68	0.74	8.65	4.76	<b>OK!</b>	2.14	2.92	7.89	<b>OK!</b>
<b>X4</b>	0.13	2.10	4.02	1.55	4.17	0.78	9.52	5.24	<b>OK!</b>	2.00	3.09	8.35	<b>OK!</b>
<b>X5</b>	0.13	3.43	5.49	4.27	11.53	1.00	19.32	10.63	<b>OK!</b>	2.00	8.54	23.06	<b>OK!</b>
<b>X6</b>	0.13	3.80	7.65	4.92	13.28	1.00	21.77	11.97	<b>OK!</b>	2.00	9.84	26.57	<b>OK!</b>
<b>X7</b>	0.13	3.75	6.53	4.81	12.98	1.00	21.24	11.68	<b>OK!</b>	2.00	9.62	25.96	<b>OK!</b>
<b>X8</b>	0.13	3.43	7.13	4.10	11.07	1.00	19.70	10.83	<b>OK!</b>	2.00	8.20	22.14	<b>OK!</b>
<b>X9</b>	0.13	1.20	1.14	0.35	0.96	0.44	3.07	1.69	<b>OK!</b>	3.00	1.06	2.87	<b>OK!</b>
<b>X10</b>	0.13	3.25	5.56	3.59	9.68	1.00	18.39	10.11	<b>OK!</b>	2.00	7.17	19.36	<b>OK!</b>
<b>X11</b>	0.13	1.35	2.39	0.48	1.29	0.50	4.10	2.26	<b>OK!</b>	3.00	1.43	3.87	<b>OK!</b>
<b>X12</b>	0.13	3.12	5.15	3.32	8.96	1.00	17.61	9.69	<b>OK!</b>	2.00	6.64	17.92	<b>OK!</b>
<b>X13</b>	0.13	1.20	1.83	0.35	0.94	0.44	3.23	1.78	<b>OK!</b>	3.00	1.05	2.83	<b>OK!</b>
<b>X14</b>	0.13	1.70	1.61	0.84	2.28	0.63	6.00	3.30	<b>OK!</b>	2.35	1.99	5.37	<b>OK!</b>
<b>X15</b>	0.13	3.80	7.74	4.58	12.36	1.00	21.79	11.98	<b>OK!</b>	2.00	9.16	24.72	<b>OK!</b>
<b>X16</b>	0.13	3.30	7.45	3.55	9.59	1.00	19.09	10.50	<b>OK!</b>	2.00	7.10	19.18	<b>OK!</b>
<b>X17</b>	0.13	4.75	9.67	6.30	17.02	1.00	27.23	14.98	<b>OK!</b>	2.00	12.61	34.04	<b>OK!</b>
<b>X18</b>	0.13	3.83	8.25	4.44	11.98	1.00	22.06	12.13	<b>OK!</b>	2.00	8.88	23.97	<b>OK!</b>
<b>X1'</b>	0.13	3.40	5.46	4.17	11.26	1.00	19.16	10.54	<b>OK!</b>	2.00	8.34	22.52	<b>OK!</b>
<b>X2'</b>	0.13	1.99	4.03	1.35	3.65	0.74	8.65	4.76	<b>OK!</b>	2.18	2.95	7.95	<b>OK!</b>
<b>X3'</b>	0.13	1.99	4.03	1.35	3.65	0.74	8.65	4.76	<b>OK!</b>	2.16	2.92	7.89	<b>OK!</b>
<b>X4'</b>	0.13	2.10	4.02	1.53	4.14	0.78	9.52	5.24	<b>OK!</b>	2.00	3.07	8.30	<b>OK!</b>
<b>X5'</b>	0.13	3.43	5.49	4.24	11.44	1.00	19.32	10.63	<b>OK!</b>	2.00	8.47	22.88	<b>OK!</b>
<b>X6'</b>	0.13	3.80	7.65	4.89	13.21	1.00	21.77	11.97	<b>OK!</b>	2.00	9.78	26.41	<b>OK!</b>
<b>X7'</b>	0.13	3.75	6.53	4.78	12.91	1.00	21.24	11.68	<b>OK!</b>	2.00	9.56	25.81	<b>OK!</b>
<b>X8'</b>	0.13	3.43	7.13	4.08	11.01	1.00	19.70	10.83	<b>OK!</b>	2.00	8.15	22.01	<b>OK!</b>
<b>X9'</b>	0.13	1.20	1.14	0.35	0.95	0.44	3.07	1.69	<b>OK!</b>	3.00	1.06	2.85	<b>OK!</b>
<b>X10'</b>	0.13	3.25	5.56	3.57	9.64	1.00	18.39	10.11	<b>OK!</b>	2.00	7.14	19.28	<b>OK!</b>
<b>X11'</b>	0.13	1.35	2.39	0.48	1.29	0.50	4.10	2.26	<b>OK!</b>	3.00	1.43	3.86	<b>OK!</b>
<b>X12'</b>	0.13	3.12	5.15	3.30	8.92	1.00	17.61	9.69	<b>OK!</b>	2.00	6.61	17.84	<b>OK!</b>
<b>X13'</b>	0.13	1.20	1.83	0.35	0.94	0.44	3.23	1.78	<b>OK!</b>	3.00	1.04	2.81	<b>OK!</b>

<b>X14'</b>	0.13	1.70	1.61	0.84	2.27	0.63	6.00	3.30	<b>OK!</b>	2.36	1.99	5.37	<b>OK!</b>
<b>X15'</b>	0.13	3.80	7.74	4.57	12.33	1.00	21.79	11.98	<b>OK!</b>	2.00	9.14	24.67	<b>OK!</b>
<b>X16'</b>	0.13	3.30	7.73	3.54	9.57	1.00	19.15	10.53	<b>OK!</b>	2.00	7.09	19.14	<b>OK!</b>

Fuente: Elaboración propia

\*LOS MUROS DEL TERCER PISO NO SE AGRIETAN POR CORTE ANTE EL SISMO MODERADO ( $V_e < 0.55V_m$ )

\*LOS MUROS DEL TERCER PISO NO SE AGRIETAN POR CORTE ANTE EL SISMO SEVERO ( $V_u < V_m$ )

\*  $V_m = 491.95 > V_e = 178.95$  -----> RESISTENCIA GLOBAL OK

## -DIRECCIÓN “Y”

**Tabla 44:** Análisis de los muros portantes (Primer piso - Dirección “Y”)

Muro	Espesor "t" (m)	Longitud "L" (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn-m)	Vm	0.55Vm	Verificar: 0.55	Vm/Ve	Vu (Tn)	Mu (Tn-m)	
<b>Y1</b>	0.13	1.58	2.61	2.60	10.01	0.41	4.02	2.61	<b>OK!</b>	2.00	5.21	20.02
<b>Y2</b>	0.13	1.43	2.36	2.02	7.38	0.39	3.48	2.09	<b>OK!</b>	2.00	4.03	14.77
<b>Y3</b>	0.13	1.23	2.03	1.35	8.31	0.33	2.63	1.58	<b>OK!</b>	2.00	2.70	16.61
<b>Y4</b>	0.13	1.65	2.72	2.91	10.86	0.44	4.46	2.95	<b>OK!</b>	2.00	5.81	21.72
<b>Y5</b>	0.13	1.98	3.27	4.31	14.49	0.59	6.89	4.48	<b>OK!</b>	2.00	8.62	28.98
<b>Y6</b>	0.13	2.25	3.71	5.79	16.56	0.79	10.17	6.10	<b>OK!</b>	2.00	11.57	33.12
<b>Y7</b>	0.13	3.13	5.16	11.27	35.23	1.00	17.67	11.48	<b>OK!</b>	2.00	22.53	70.46
<b>Y8</b>	0.13	2.58	4.26	7.63	23.90	0.82	12.17	7.91	<b>OK!</b>	2.00	15.26	47.79
<b>Y9</b>	0.13	2.25	3.71	5.66	18.81	0.68	8.88	5.77	<b>OK!</b>	2.00	11.33	37.61
<b>Y10</b>	0.13	1.58	2.61	2.39	9.66	0.39	3.85	2.42	<b>OK!</b>	2.00	4.77	19.32
<b>Y11</b>	0.13	1.90	3.13	3.57	13.93	0.49	5.59	3.63	<b>OK!</b>	2.00	7.14	27.87
<b>Y12</b>	0.13	1.38	2.28	1.58	9.70	0.33	2.95	1.77	<b>OK!</b>	2.00	3.16	19.39
<b>Y13</b>	0.13	1.73	2.85	2.81	11.27	0.43	4.59	2.98	<b>OK!</b>	2.00	5.62	22.53
<b>Y14</b>	0.13	1.38	2.28	1.58	9.70	0.33	2.95	1.77	<b>OK!</b>	2.00	3.16	19.39
<b>Y15</b>	0.13	3.05	5.03	9.89	33.76	0.89	15.50	10.08	<b>OK!</b>	2.00	19.77	67.52
<b>Y16</b>	0.13	1.88	3.10	3.44	13.15	0.49	5.58	3.63	<b>OK!</b>	2.00	6.88	26.29
<b>Y17</b>	0.13	2.25	3.71	5.23	19.11	0.62	8.14	5.29	<b>OK!</b>	2.00	10.45	38.23
<b>Y18</b>	0.13	2.25	3.71	5.23	19.11	0.62	8.14	5.29	<b>OK!</b>	2.00	10.45	38.23
<b>Y19</b>	0.13	2.98	4.92	9.45	32.06	0.88	14.91	9.69	<b>OK!</b>	2.00	18.90	64.13
<b>Y20</b>	0.13	3.85	6.35	15.15	55.08	1.00	21.73	15.21	<b>OK!</b>	2.00	30.29	110.16
<b>Y21</b>	0.13	1.65	2.72	2.50	10.35	0.40	4.09	2.57	<b>OK!</b>	2.00	4.99	20.69
<b>Y1'</b>	0.13	1.58	2.61	2.60	10.01	0.41	4.02	2.61	<b>OK!</b>	2.00	5.21	20.02
<b>Y2'</b>	0.13	1.43	2.36	2.02	7.38	0.39	3.48	2.09	<b>OK!</b>	2.00	4.03	14.77
<b>Y3'</b>	0.13	1.23	2.03	1.35	8.31	0.33	2.63	1.58	<b>OK!</b>	2.00	2.70	16.61
<b>Y4'</b>	0.13	1.65	2.72	2.91	10.86	0.44	4.46	2.95	<b>OK!</b>	2.00	5.81	21.72
<b>Y5'</b>	0.13	1.98	3.27	4.31	14.49	0.59	6.89	4.48	<b>OK!</b>	2.00	8.62	28.98
<b>Y6'</b>	0.13	2.25	3.71	5.79	16.56	0.79	10.17	6.10	<b>OK!</b>	2.00	11.57	33.12

Y7'	0.13	3.13	5.16	11.27	35.23	1.00	17.67	11.48	OK!	2.00	22.53	70.46
Y8'	0.13	2.58	4.26	7.63	23.90	0.82	12.17	7.91	OK!	2.00	15.26	47.79
Y9'	0.13	2.25	3.71	5.66	18.81	0.68	8.88	5.77	OK!	2.00	11.33	37.61
Y10'	0.13	1.58	2.61	2.39	9.66	0.39	3.85	2.42	OK!	2.00	4.77	19.32
Y11'	0.13	1.90	3.13	3.57	13.93	0.49	5.59	3.63	OK!	2.00	7.14	27.87
Y12'	0.13	1.38	2.28	1.58	9.70	0.33	2.95	1.77	OK!	2.00	3.16	19.39
Y13'	0.13	1.73	2.85	2.81	11.27	0.43	4.59	2.98	OK!	2.00	5.62	22.53
Y14'	0.13	1.38	2.28	1.58	9.70	0.33	2.95	1.77	OK!	2.00	3.16	19.39
Y15'	0.13	3.05	5.03	9.89	33.76	0.89	15.50	10.08	OK!	2.00	19.77	67.52
Y16'	0.13	1.88	3.10	3.44	13.15	0.49	5.58	3.63	OK!	2.00	6.88	26.29
Y17'	0.13	2.25	3.71	5.23	19.11	0.62	8.14	5.29	OK!	2.00	10.45	38.23
Y18'	0.13	2.25	3.71	5.23	19.11	0.62	8.14	5.29	OK!	2.00	10.45	38.23
Y20'	0.13	3.85	6.35	15.15	55.08	1.00	21.73	15.21	OK!	2.00	30.29	110.16
Y21'	0.13	1.65	2.72	2.50	10.35	0.40	4.09	2.57	OK!	2.00	4.99	20.69

Fuente: Elaboración propia

\*LOS MUROS DEL PRIMER PISO NO SE AGRIETAN POR CORTE ANTE EL SISMO MODERADO ( $V_e < 0.55V_m$ )

\*  $V_m = 404.31 > V_e = 391.49$  -----> RESISTENCIA GLOBAL OK

**Tabla 45:** Análisis de los muros portantes (Segundo piso - Dirección "Y")

Muro	Espesor "t" (m)	Longitud "L" (m)	Pg (Tn)	$V_e$ (Tn)	$M_e$ (Tn-m)	$V_m$	$0.55V_m$	VERIFICAR: 0.55	$V_m/V_e$	$V_u$ (Tn)	$M_u$ (Tn-m)	VERIFICAR:	
Y1	0.13	1.58	1.58	2.13	6.57	0.51	4.63	2.55	OK!	2.00	4.27	13.15	OK!
Y2	0.13	1.43	1.43	1.65	5.94	0.40	3.32	1.83	OK!	2.00	3.30	11.89	OK!
Y3	0.13	1.23	1.23	1.11	4.66	0.33	2.44	1.34	OK!	2.00	2.21	9.31	OK!
Y4	0.13	1.65	1.65	2.38	7.01	0.56	5.25	2.88	OK!	2.00	4.76	14.02	OK!
Y5	0.13	1.98	1.98	3.53	10.85	0.64	7.17	3.94	OK!	2.00	7.06	21.71	OK!
Y6	0.13	2.25	2.26	4.74	13.94	0.77	9.58	5.27	OK!	2.00	9.48	27.87	OK!
Y7	0.13	3.13	3.14	9.23	29.22	0.99	17.01	10.21	OK!	2.00	16.61	58.43	OK!
Y8	0.13	2.58	2.59	6.25	18.29	0.88	12.57	6.91	OK!	2.00	12.50	36.59	OK!
Y9	0.13	2.25	2.26	4.64	13.51	0.77	9.67	5.32	OK!	2.00	9.28	27.03	OK!
Y10	0.13	1.58	1.58	1.95	7.22	0.43	3.92	2.16	OK!	2.00	3.91	14.44	OK!
Y11	0.13	1.90	1.90	2.92	10.20	0.54	5.89	3.24	OK!	2.00	5.85	20.40	OK!
Y12	0.13	1.38	1.38	1.29	5.44	0.33	2.74	1.51	OK!	2.00	2.58	10.87	OK!
Y13	0.13	1.73	1.73	2.30	8.48	0.47	4.67	2.57	OK!	2.00	4.60	16.96	OK!
Y14	0.13	1.38	1.38	1.29	5.44	0.33	2.74	1.51	OK!	2.00	2.58	10.87	OK!
Y15	0.13	3.05	3.06	8.10	25.07	0.99	16.53	9.09	OK!	2.00	16.20	50.13	OK!
Y16	0.13	1.88	1.88	2.82	9.86	0.54	5.75	3.16	OK!	2.00	5.64	19.71	OK!
Y17	0.13	2.25	2.26	4.28	14.01	0.69	8.66	4.77	OK!	2.00	8.56	28.01	OK!
Y18	0.13	2.25	2.26	4.28	14.01	0.69	8.66	4.77	OK!	2.00	8.56	28.01	OK!

Y19	0.13	2.98	2.99	7.74	24.35	0.95	15.54	8.55	OK!	2.00	15.48	48.71	OK!
Y20	0.13	3.85	3.86	12.40	48.18	0.99	20.98	12.59	OK!	2.00	19.85	96.37	OK!
Y21	0.13	1.65	1.65	2.05	7.60	0.44	4.24	2.33	OK!	2.00	4.09	15.21	OK!
Y1'	0.13	1.58	1.58	2.13	6.57	0.51	4.63	2.55	OK!	2.00	4.27	13.15	OK!
Y2'	0.13	1.43	1.43	1.65	5.94	0.40	3.32	1.83	OK!	2.00	3.30	11.89	OK!
Y3'	0.13	1.23	1.23	1.11	4.66	0.33	2.44	1.34	OK!	2.00	2.21	9.31	OK!
Y4'	0.13	1.65	1.65	2.38	7.01	0.56	5.25	2.88	OK!	2.00	4.76	14.02	OK!
Y5'	0.13	1.98	1.98	3.53	10.85	0.64	7.17	3.94	OK!	2.00	7.06	21.71	OK!
Y6'	0.13	2.25	2.26	4.74	13.94	0.77	9.58	5.27	OK!	2.00	9.48	27.87	OK!
Y7'	0.13	3.13	3.14	9.23	29.22	0.99	17.01	10.21	OK!	2.00	16.61	58.43	OK!
Y8'	0.13	2.58	2.59	6.25	18.29	0.88	12.57	6.91	OK!	2.00	12.50	36.59	OK!
Y9'	0.13	2.25	2.26	4.64	13.51	0.77	9.67	5.32	OK!	2.00	9.28	27.03	OK!
Y10'	0.13	1.58	1.58	1.95	7.22	0.43	3.92	2.16	OK!	2.00	3.91	14.44	OK!
Y11'	0.13	1.90	1.90	2.92	10.20	0.54	5.89	3.24	OK!	2.00	5.85	20.40	OK!
Y12'	0.13	1.38	1.38	1.29	5.44	0.33	2.74	1.51	OK!	2.00	2.58	10.87	OK!
Y13'	0.13	1.73	1.73	2.30	8.48	0.47	4.67	2.57	OK!	2.00	4.60	16.96	OK!
Y14'	0.13	1.38	1.38	1.29	5.44	0.33	2.74	1.51	OK!	2.00	2.58	10.87	OK!
Y15'	0.13	3.05	3.06	8.10	25.07	0.99	16.53	9.09	OK!	2.00	16.20	50.13	OK!
Y16'	0.13	1.88	1.88	2.82	9.86	0.54	5.75	3.16	OK!	2.00	5.64	19.71	OK!
Y17'	0.13	2.25	2.26	4.28	14.01	0.69	8.66	4.77	OK!	2.00	8.56	28.01	OK!
Y18'	0.13	2.25	2.26	4.28	14.01	0.69	8.66	4.77	OK!	2.00	8.56	28.01	OK!
Y20'	0.13	3.85	3.86	12.40	48.18	0.99	20.98	12.59	OK!	2.00	19.85	96.37	OK!
Y21'	0.13	1.65	1.65	2.05	7.60	0.44	4.24	2.33	OK!	2.00	4.09	15.21	OK!

Fuente: Elaboración propia

\*LOS MUROS DEL SEGUNDO PISO NO SE AGRIETAN POR CORTE ANTE EL SISMO MODERADO ( $V_e < 0.55V_m$ )

\*LOS MUROS DEL SEGUNDO PISO NO SE AGRIETAN POR CORTE ANTE EL SISMO SEVERO ( $V_u < V_m$ )

\*  $V_m = 328.39 > V_e = 320.64$  -----> RESISTENCIA GLOBAL OK

**Tabla 46:** Análisis de los muros portantes (Tercer piso - Dirección “Y”)

Muro	Espesor "t" (m)	Longitud "L" (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn-m)	Vm	0.55Vm	VERIFICAR: 0.55	Vm/Ve	Vu (Tn)	Mu (Tn-m)	VERIFICAR:	
Y1	0.13	1.58	0.56	1.19	3.21	0.59	5.00	2.75	OK!	2.00	2.38	6.43	OK!
Y2	0.13	1.43	0.51	0.92	2.49	0.53	4.10	2.26	OK!	2.00	1.84	4.97	OK!
Y3	0.13	1.23	0.44	0.62	1.67	0.46	3.05	1.68	OK!	2.00	1.24	3.34	OK!
Y4	0.13	1.65	0.59	1.33	3.59	0.61	5.44	2.99	OK!	2.00	2.66	7.17	OK!
Y5	0.13	1.98	0.70	1.97	5.32	0.73	7.81	4.29	OK!	2.00	3.94	10.64	OK!
Y6	0.13	2.25	0.80	2.64	7.14	0.83	10.06	5.53	OK!	2.00	5.29	14.28	OK!
Y7	0.13	3.13	1.11	5.15	13.90	1.00	16.73	9.20	OK!	2.00	10.30	27.81	OK!
Y8	0.13	2.58	0.92	3.49	9.42	0.96	13.19	7.25	OK!	2.00	6.98	18.84	OK!

Y9	0.13	2.25	0.80	2.59	6.99	0.83	10.06	5.53	OK!	2.00	5.18	13.98	OK!
Y10	0.13	1.58	0.56	1.09	2.94	0.59	5.00	2.75	OK!	2.00	2.18	5.89	OK!
Y11	0.13	1.90	0.67	1.63	4.40	0.70	7.19	3.96	OK!	2.00	3.26	8.81	OK!
Y12	0.13	1.38	0.49	0.72	1.95	0.51	3.83	2.10	OK!	2.00	1.44	3.89	OK!
Y13	0.13	1.73	0.61	1.28	3.47	0.64	5.98	3.29	OK!	2.00	2.57	6.93	OK!
Y14	0.13	1.38	0.49	0.72	1.95	0.51	3.83	2.10	OK!	2.00	1.44	3.89	OK!
Y15	0.13	3.05	1.08	4.52	12.20	1.00	16.31	8.97	OK!	2.00	9.04	24.40	OK!
Y16	0.13	1.88	0.67	1.57	4.25	0.70	7.05	3.88	OK!	2.00	3.15	8.49	OK!
Y17	0.13	2.25	0.80	2.39	6.45	0.83	10.06	5.53	OK!	2.00	4.78	12.90	OK!
Y18	0.13	2.25	0.80	2.39	6.45	0.83	10.06	5.53	OK!	2.00	4.78	12.90	OK!
Y19	0.13	2.98	1.06	4.32	11.66	1.00	15.93	8.76	OK!	2.00	8.64	23.32	OK!
Y20	0.13	3.85	1.37	6.92	18.69	1.00	20.58	11.32	OK!	2.00	13.85	37.38	OK!
Y21	0.13	1.65	0.59	1.14	3.08	0.61	5.44	2.99	OK!	2.00	2.28	6.16	OK!
Y1'	0.13	1.58	0.56	1.19	3.21	0.59	5.00	2.75	OK!	2.00	2.38	6.43	OK!
Y2'	0.13	1.43	0.51	0.92	2.49	0.53	4.10	2.26	OK!	2.00	1.84	4.97	OK!
Y3'	0.13	1.23	0.44	0.62	1.67	0.46	3.05	1.68	OK!	2.00	1.24	3.34	OK!
Y4'	0.13	1.65	0.59	1.33	3.59	0.61	5.44	2.99	OK!	2.00	2.66	7.17	OK!
Y5'	0.13	1.98	0.70	1.97	5.32	0.73	7.81	4.29	OK!	2.00	3.94	10.64	OK!
Y6'	0.13	2.25	0.80	2.64	7.14	0.83	10.06	5.53	OK!	2.00	5.29	14.28	OK!
Y7'	0.13	3.13	1.11	5.15	13.90	1.00	16.73	9.20	OK!	2.00	10.30	27.81	OK!
Y8'	0.13	2.58	0.92	3.49	9.42	0.96	13.19	7.25	OK!	2.00	6.98	18.84	OK!
Y9'	0.13	2.25	0.80	2.59	6.99	0.83	10.06	5.53	OK!	2.00	5.18	13.98	OK!
Y10'	0.13	1.58	0.56	1.09	2.94	0.59	5.00	2.75	OK!	2.00	2.18	5.89	OK!
Y11'	0.13	1.90	0.67	1.63	4.40	0.70	7.19	3.96	OK!	2.00	3.26	8.81	OK!
Y12'	0.13	1.38	0.49	0.72	1.95	0.51	3.83	2.10	OK!	2.00	1.44	3.89	OK!
Y13'	0.13	1.73	0.61	1.28	3.47	0.64	5.98	3.29	OK!	2.00	2.57	6.93	OK!
Y14'	0.13	1.38	0.49	0.72	1.95	0.51	3.83	2.10	OK!	2.00	1.44	3.89	OK!
Y15'	0.13	3.05	1.08	4.52	12.20	1.00	16.31	8.97	OK!	2.00	9.04	24.40	OK!
Y16'	0.13	1.88	0.67	1.57	4.25	0.70	7.05	3.88	OK!	2.00	3.15	8.49	OK!
Y17'	0.13	2.25	0.80	2.39	6.45	0.83	10.06	5.53	OK!	2.00	4.78	12.90	OK!
Y18'	0.13	2.25	0.80	2.39	6.45	0.83	10.06	5.53	OK!	2.00	4.78	12.90	OK!
Y20'	0.13	3.85	1.37	6.92	18.69	1.00	20.58	11.32	OK!	2.00	13.85	37.38	OK!
Y21'	0.13	1.65	0.59	1.14	3.08	0.61	5.44	2.99	OK!	2.00	2.28	6.16	OK!

Fuente: Elaboración propia

\*LOS MUROS DEL TERCER PISO NO SE AGRIETAN POR CORTE ANTE EL SISMO MODERADO ( $V_e < 0.55V_m$ )

\*LOS MUROS DEL TERCER PISO NO SE AGRIETAN POR CORTE ANTE EL SISMO SEVERO ( $V_u < V_m$ )

\*  $V_m = 357.44 > V_e = 178.95$  -----> RESISTENCIA GLOBAL OK

#### 4.1.5.2 ALBAÑILERÍA CONFINADA

Tabla 47: PISO 1 - DISEÑO DE LOS MUROS AGRIETADOS X-X

MURO	X4		X5		X6	X9		X10	X11		X12	X17		X18	
COLUMNA	C3	C2	C1	C1	C4	C7	C8	C5	C5	C6	C6	C9	C10	C10	C11
UBICACION	EXTREMA	EXTREMA	EXTREMA	EXTREMA	EXTREMA	EXTREMA	EXTREMA	INTERNA	INTERNA	INTERNA	INTERNA	INTERNA	INTERNA	INTERNA	INTERNA
Pg	12.80		16.66		25.66		4.20	17.77		9.30	18.86	32.43			28.35
Vm	6.72		14.87		19.74		3.07	14.42		4.51	13.28	26.79			19.09
Mu	41.56		104.83		118.31		14.27	84.42		19.29	83.22	169.52			119.36
L	2.10		3.43		3.80		1.20	3.25		1.35	3.12	4.75			3.83
Lm	2.10		3.43		3.80		1.20	3.25		1.35	3.12	2.375			3.83
Nc	2		2		2		2	2		2	2	3			2
M	33.16		86.24		93.64		10.43	66.39		13.65	66.62	136.03			95.50
F	15.79		25.14		24.64		8.69	20.43		10.11	21.35	28.64			24.93
Pc	6.40		8.33		12.83		2.10	8.88		4.65	9.43	10.81			14.17
Pt	0	0.93 Y17	0.93 Y18	0.68 Y21	0	0	0	0.82 Y5	0.82 Y5	1.06 Y8	1.06 Y8	0.65 Y1	1.29 Y7	1.29 Y7	0.57 Y12
T	9.39	8.46	15.89	16.14	11.81	6.59	6.59	1.39	2.88	2.63	0.15	2.64	2.00	0	0
C	22.19	22.19	33.47	33.47	37.47	10.80	10.80	3.34	0.48	0.48	4.11	3.76	3.76	7.94	7.94
Vc	3.36	3.36	7.44	7.44	9.87	1.54	1.54	4.81	1.50	1.50	4.43	3.35	3.35	6.36	6.36
As	5.36	4.97	9.47	9.57	9.11	3.42	3.42	2.61	1.84	1.74	1.92	2.52	2.25	2.67	2.67
As a usar	2#5+2#3	4#4	2#6+2#5	2#6+2#5	2#6+2#5	2#4+2#3	2#4+2#3	4#3	4#3	4#3	4#3	4#3	4#3	4#3	4#3
	5.38	5.08	9.66	9.66	9.66	3.96	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84
	0.8	1	1	1	0.8	0.8	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1
An	269.14	263.14	250.24	250.24	300.39	195.49	227.31	162.72	139.83	139.83	168.91	166.11	166.11	199.60	199.60
Acf	294.15	294.15	408.28	408.28	476.42	243.03	243.03	334.66	242.10	242.10	323.99	293.80	293.80	378.22	378.22

Sección a usar	13x25	13x25	13x35	13x35	13x35	13x25	13x25	13x30	13x25	13x25	13x35	13x25	13x25	13x30	13x30
Ac	325	325	455	455	455	325	325	390	325	325	325	325	325	390	390
An	189	189	279	279	279	189	189	234	189	189	189	189	189	234	234
As min	1.63	1.63	2.28	2.28	2.28	1.63	1.63	1.95	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.95	1.95
Comprobar: As usar > As min	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
<b>ESTRIBOS</b>	C3	C2	C1	C1	C4	C7	C8	C5	C5	C6	C6	C9	C10	C10	C11
s1	6.59	6.59	7.52	7.52	7.52	6.59	6.59	7.11	6.59	6.59	6.59	6.59	6.59	7.11	7.11
s2	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85
s3	6.25	6.25	8.75	8.75	8.75	6.25	6.25	7.50	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	7.50	7.50
s4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Zona C	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Usar []1/4"	8@6	8@6	6@7.5	6@7.5	6@7.5	8@6	8@6	6@7.5	8@6	8@6	8@6	8@6	8@6	6@7.5	6@7.5
<b>SOLERAS</b>	Muro X4	Muro X5	Muro X6	Muro X9	Muro X10	Muro X11	Muro X12	Muro X17	Muro X18						
Ts	3.36	7.44	9.87	1.54	7.21	2.25	6.64	6.70	9.54						
As	1.33	2.95	3.92	0.61	2.86	0.89	2.63	2.66	3.79						
As min	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30						
Comprobar: As > As min	OK!	OK!	OK!	USAR As min	OK!	USAR As min	OK!	OK!	OK!						
Usar	4Ø8mm	4#3	2#4+2#3	4Ø8mm	4#3	4Ø8mm	4#3	4#3	2#4+2#3						
Estribos	[]Ø1/4" 1@5, 4@10, R@25cm.														

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: PISO 1 - DISEÑO DE LOS MUROS AGRIETADOS Y-Y

MURO	Y1		Y4		Y5		Y6		Y7		Y8		Y16		Y12		Y15		Y20
COLUMNA	C12	C9	C13	C1	C14	C5	C15	C1	C16	C10	C17	C6	C18	C19	C11	C2	C4	C20	
UBICACION	EXTREM	INTERN	EXTREM	EXTREM	EXTREM	INTERN	EXTREM	EXTREM	EXTREM	INTERN	EXTREM	INTERN	EXTREM	EXTREM	INTERN	EXTREM	INTERN	EXTREM	
Pg	2.61		2.72		3.27		3.71		5.16		4.26		3.10		2.28		5.03		6.35
Vm	4.02		4.46		6.89		10.17		17.67		12.17		5.58		2.95		15.50		21.73
Mu	20.02		21.72		28.98		33.12		70.46		47.79		26.29		19.39		67.52		110.16
L	1.58		1.65		1.98		2.25		3.13		2.58		1.88		1.38		3.05		3.85
Lm	1.58		1.65		1.98		2.25		3.13		2.58		1.88		1.38		3.05		3.85
Nc	2		2		2		2		2		2		2		2		2		2
M	14.99		16.14		20.37		20.41		48.38		32.58		19.31		15.71		48.15		82.99
F	9.49		9.78		10.29		9.07		15.46		12.63		10.27		11.38		15.79		21.56
Pc	1.30		1.36		1.63		1.86		2.58		2.13		1.55		1.14		2.52		3.18
Pt	0	4.05 X17	0	4.14 X1	0	4.44 X10	0	4.14 X1	0	7.09 X18	0	2.33 X11	0	0	0	3.15 X3	5.59 X7	0	
T	8.18	1.00	8.42	4.28	8.65	2.63	7.22	3.08	12.88	4.44	10.50	7.34	8.72	10.24	4.20	10.12	4.60	18.38	
C	10.79	0.00	11.14	11.14	11.92	0.00	10.93	10.93	18.04	0.00	14.76	0.00	11.82	12.52	0.00	18.30	0.00	24.73	
Vc	2.01	1.34	2.23	2.23	3.45	2.30	5.08	5.08	8.83	5.89	6.09	4.06	2.79	1.47	0.98	7.75	5.17	10.87	
As	4.28	0.99	4.48	2.65	5.08	2.07	5.17	3.43	9.12	4.34	6.97	4.79	4.84	4.92	2.18	7.51	4.11	11.47	
As a usar	3#4+1#3	4#3	3#4+1#3	4#3	4#4	4#3	2#5+2#3	2#4+2#3	2#6+2#5	3#4+1#3	3#5+1#4	4#4	4#4	4#4	4#3	4#5	3#4+1#3	4#6	
	4.52	2.84	4.52	2.84	5.08	2.84	5.38	3.96	9.66	4.52	7.21	5.08	5.08	5.08	2.84	7.92	4.52	11.40	
	0.8	1	0.8	1	0.8	0.8	0.8	1	0.8	1	0.8	1	0.8	0.8	0.8	1	1	0.8	
An	179.53	136.02	183.04	225.19	174.92	119.31	156.46	198.23	106.00	98.17	142.77	85.55	173.95	180.93	119.31	168.04	98.17	123.52	
Acf	256.31	237.54	262.50	262.50	296.52	264.34	342.40	342.40	447.44	364.96	370.45	313.63	278.21	241.25	227.50	417.09	344.73	504.36	



Sección a usar	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x30	13x30	13x35	13x30	13x30	13x25	13x25	13x25	13x25	13x35	13x30	13x40
Ac	325	325	325	325	325	325	390	390	455	390	390	325	325	325	325	455	390	520
An	189	189	189	189	189	189	234	234	279	234	234	189	189	189	189	279	234	324
As min	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.95	1.95	2.28	1.95	1.95	1.63	1.63	1.63	1.63	2.28	1.95	2.60
Comprobar: As usar > As min	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
<b>ESTRIBOS</b>	C12	C9	C13	C1	C14	C5	C15	C1	C16	C10	C17	C6	C18	C19	C11	C2	C4	C20
s1	6.59	6.59	6.59	6.59	6.59	6.59	7.11	7.11	7.52	7.11	7.11	6.59	6.59	6.59	6.59	7.52	7.11	7.84
s2	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85
s3	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	7.50	7.50	8.75	7.50	7.50	6.25	6.25	6.25	6.25	8.75	7.50	10.00
s4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Zona C	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Usar []1/4"	8@6	8@6	8@6	8@6	8@6	8@6	6@7.5	6@7.5	6@7.5	6@7.5	6@7.5	8@6	8@6	8@6	8@6	6@7.5	6@7.5	6@7.5
<b>SOLERAS</b>	Muro Y1	Muro Y4	Muro Y5	Muro Y6	Muro Y7	Muro Y8	Muro Y16	Muro Y12	Muro Y15	Muro Y20								
Ts	2.01	2.23	3.45	5.08	8.83	6.09	2.79	1.47	7.75	10.87								
As	0.80	0.89	1.37	2.02	3.51	2.41	1.11	0.58	2.87	3.74								
As min	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30								
Comprobar: As > As min	USAR As min	USAR As min	OK!	OK!	OK!	OK!	USAR As min	USAR As min	OK!	OK!								
Usar	4Ø8mm	4Ø8mm	4Ø8mm	4Ø8mm	2#4+2#3	4#3	4Ø8mm	4Ø8mm	4#3	2#4+2#3								
Estribos	[]Ø1/4" 1@5, 4@10, R@25cm.																	

Fuente: Elaboración propia

## ELECCION DE ACERO DE REFUERZO Y SECCIONES DE COLUMNAS

Tabla 49: Elección de acero de refuerzo y secciones de columnas

COLUMNAS	ACERO	SECCION	ELECCION		FORMA
			ACERO	SECCION	
C1	2#6+2#5 (9.66 cm <sup>2</sup> ) 4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> ) 2#4+2#3 (3.96 cm <sup>2</sup> )	13x35 (455 cm <sup>2</sup> ) 13x25 (325 cm <sup>2</sup> ) 13x30 (390 cm <sup>2</sup> )	2#6+2#5 (9.66 cm <sup>2</sup> )	13x35 (455 cm <sup>2</sup> )	L
C2	4#4 (5.08 cm <sup>2</sup> ) 4#5 (7.92 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> ) 13x35 (455 cm <sup>2</sup> )	4#5 (7.92 cm <sup>2</sup> )	13x35 (455 cm <sup>2</sup> )	L
C3	2#5+2#3 (5.38 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	2#5+2#3 (5.38 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	RECTANGULAR
C4	2#6+2#5 (9.66 cm <sup>2</sup> ) 3#4+1#3 (4.52 cm <sup>2</sup> )	13x35 (455 cm <sup>2</sup> ) 13x30 (390 cm <sup>2</sup> )	2#6+2#5 (9.66 cm <sup>2</sup> )	13x35 (455 cm <sup>2</sup> )	I
C5	4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> ) 4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> )	13x30 (390 cm <sup>2</sup> ) 13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> )	13x30 (390 cm <sup>2</sup> )	T
C6	4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> ) 4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> ) 4#4 (5.08 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> ) 13x35 (455 cm <sup>2</sup> ) 13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	4#4 (5.08 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	T
C7	2#4+2#3 (3.96 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	2#4+2#3 (3.96 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	L
C8	2#4+2#3 (3.96 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	2#4+2#3 (3.96 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	RECTANGULAR
C9	4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> ) 4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> ) 13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	T
C10	4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> ) 4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> ) 3#4+1#3 (4.52 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> ) 13x30 (390 cm <sup>2</sup> ) 13x30 (390 cm <sup>2</sup> )	3#4+1#3 (4.52 cm <sup>2</sup> )	13x30 (390 cm <sup>2</sup> )	CUADRADA
C11	4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> ) 4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> )	13x30 (390 cm <sup>2</sup> ) 13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	4#3 (2.84 cm <sup>2</sup> )	13x30 (390 cm <sup>2</sup> )	T
C12	3#4+1#3 (4.52 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	3#4+1#3 (4.52 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	RECTANGULAR
C13	3#4+1#3 (4.52 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	3#4+1#3 (4.52 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	RECTANGULAR
C14	4#4 (5.08 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	4#4 (5.08 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	RECTANGULAR
C15	2#5+2#3 (5.38 cm <sup>2</sup> )	13x30 (390 cm <sup>2</sup> )	2#5+2#3 (5.38 cm <sup>2</sup> )	13x30 (390 cm <sup>2</sup> )	RECTANGULAR
C16	2#6+2#5 (9.66 cm <sup>2</sup> )	13x35 (455 cm <sup>2</sup> )	2#6+2#5 (9.66 cm <sup>2</sup> )	13x35 (455 cm <sup>2</sup> )	CUADRADA
C17	3#5+1#4 (7.21 cm <sup>2</sup> )	13x30 (390 cm <sup>2</sup> )	3#5+1#4 (7.21 cm <sup>2</sup> )	13x30 (390 cm <sup>2</sup> )	CUADRADA
C18	4#4 (5.08 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	4#4 (5.08 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	RECTANGULAR
C19	4#4 (5.08 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	4#4 (5.08 cm <sup>2</sup> )	13x25 (325 cm <sup>2</sup> )	RECTANGULAR
C20	4#6 (11.40 cm <sup>2</sup> )	13x40 (520 cm <sup>2</sup> )	4#6 (11.40 cm <sup>2</sup> )	13x40 (520 cm <sup>2</sup> )	RECTANGULAR

Fuente: Elaboración propia

## REDUCCION DE COLUMNAS Y VIGAS SOLERAS

Tabla 50: Reducción de columnas.

COLUMNA TIPICA	COLUMNAS	FORMA	ACERO	SECCION	ESTRIBOS
CT1	C1	L	8#4 (10.16 cm <sup>2</sup> )	13x35	[]Ø1/4" 6@7.5, R@25cm.
CT2	C2	L	4#4+4#3 (7.92 cm <sup>2</sup> )	13x35	[]Ø1/4" 8@6, R@25cm.
CT3	C7	L	8#3 (5.68 cm <sup>2</sup> )	13x25	[]Ø1/4" 8@6, R@25cm.
CT4	C5, C6, C9, C11	T	10Ø8mm (5.00 cm <sup>2</sup> )	13x30	[]Ø1/4" 8@6, R@25cm.
CT5	C4	RECTANGULAR	2#6+2#5 (9.66 cm <sup>2</sup> )	13x35	[]Ø1/4" 6@7.5, R@25cm.
CT6	C8, C12, C13	RECTANGULAR	3#4+1#3 (4.52 cm <sup>2</sup> )	13x25	[]Ø1/4" 8@6, R@25cm.
CT7	C3, C14, C15, C18, C19	RECTANGULAR	2#5+2#3 (5.38 cm <sup>2</sup> )	13x30	[]Ø1/4" 8@6, R@25cm.
CT8	C20	RECTANGULAR	6#5 (11.88 cm <sup>2</sup> )	13x40	[]Ø1/4" 6@7.5, R@25cm.
CT9	C10	CUADRADA	4#4 (5.08 cm <sup>2</sup> )	25x25	[]Ø1/4" 8@6, R@25cm.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Reducción de vigas soleras.

SOLERA TIPICA	MUROS	ACERO	SECCION	ESTRIBOS
S1	X2, X3, X14, X4, X9, X11, Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y9, Y10, Y11 Y12, Y13, Y14, Y16, Y17, Y18, Y21	4Ø8mm	13x20	[]Ø1/4" 1@5, 4@10, R@25cm.
S2	X1, X5, X10, X12, X17 Y8, Y15	4#3	13x20	[]Ø1/4" 1@5, 4@10, R@25cm.
S3	X6, X7, X8, X15, X16, X18 Y7, Y19, Y20	2#4+2#3	13x20	[]Ø1/4" 1@5, 4@10, R@25cm.

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.

-En esta tesis se evaluó la Norma E. 070 Albañilería para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019. El edificio multifamiliar al ser de albañilería confinada pura, pudo ser analizado y diseñado exitosamente haciendo uso de la Norma E.070 Albañilería. La Norma antes mencionada presenta la información necesaria, clara y precisa para los fines del presente trabajo de investigación. Reúne parámetros suficientes para un adecuado análisis y diseño estructural de un edificio de albañilería confinada, además brinda también indicaciones para un correcto proceso constructivo y uso de materiales.

- Se Evaluó la Norma E. 070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones en la ciudad de Huacho, 2019. Cada parámetro necesario para el análisis y diseño estructural del edificio multifamiliar fue evaluado en la ciudad de Huacho, información recopilada de estudios anteriores al presente trabajo de investigación.

-Se obtuvo el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019. Los resultados obtenidos del análisis y diseño estructural del edificio multifamiliar de 3 pisos en albañilería confinada fueron exitosos, es decir, resistirán las cargas de gravedad y las fuerzas producidas por un eventual sismo. Lo anterior mencionado nos indica que es posible edificar viviendas de albañilería confinada con seguridad en la ciudad de Huacho siguiendo lo estipulado en la Norma E.070 Albañilería. Cabe mencionar que inicialmente el edificio multifamiliar se planteó para 5 pisos, lo cual no fue viable ya que la albañilería confinada no resistía las fuerzas generadas por un eventual sismo (resultado del análisis sísmico) esto implicaba incluir placas de concreto armado que pudieran absorber las fuerzas generadas por el sismo, esta posibilidad fue rechazada ya que se buscaba que el edificio multifamiliar fuera de albañilería confinada pura, para resolver este inconveniente se optó por reducir la cantidad de pisos a 3. Lo anteriormente expuesto nos indica que para edificaciones de grandes dimensiones es necesario contar con un profesional responsable que realice el análisis y diseño estructural.

-Se estableció los parámetros físicos de la albañilería confinada, necesarios para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019. Parámetros como la capacidad portante del suelo, factor de zona sísmica, factor de suelo y periodos fueron analizados en la ciudad de huacho a través de investigaciones anteriores.

-Se determinó la capacidad portante del terreno donde se construirá un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019. La capacidad portante del terreno en la ciudad de Huacho se extrajo del “Estudio: Mapa de Peligros de la Ciudad de Huacho – INDECI – PNUD PER/02/051 00014426 – Ciudades Sostenibles”

-Se programó el software “Microsoft Excel 2016” para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019. Programar el análisis y diseño estructural en el software “Microsoft Excel 2016” permitió obtener resultados más confiables y precisos. A su vez, tener programado los cálculos permitió estudiar diversos casos y considerar varias opciones hasta llegar al resultado más óptimo.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa general que establece que es factible evaluar la Norma E. 070 Albañilería para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Hernández, L. (2012) en “*DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA*”, Santillán, J. (2015) en “*DISEÑO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES CON SEMI-SOTANO EN CONCRETO ARMADO Y ELEMENTOS PREFABRICADOS-CIUDAD DE HUANUCO*”, Pari, S. & Manchego, J. (2017) en “*ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN VIVIENDAS DE BAJA ALTURA EN LIMA, PERÚ*” quienes señalan que es factible evaluar la Norma E. 070 Albañilería para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar ello es acorde a lo que este estudio halla.

Por otro lado, los resultados obtenidos en la presente investigación reafirman lo manifestado por CAPECO, La cifra es tan contundente como peligrosa: solo en Lima, el 70% de las viviendas son informales. A nivel nacional, esta cifra se puede elevar hasta 80%. De acuerdo con el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), en las zonas periféricas de las ciudades, el nivel de informalidad en la construcción puede alcanzar el 90% incluso.

En la capital hay alrededor de dos millones de viviendas, el 70% son informales y, de ese porcentaje, medio millón son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad. (Miguel Estrada, Director de CISMID-UNI, 2017)

Esta problemática presentada por CAPECO y el CISMID se evidencia claramente observando las viviendas que nos rodean y comparando su proceso constructivo que difiere a lo estipulado por la Norma E.070 “Albañilería”. Todas estas diferencias en el modelamiento estructural, proceso constructivo y uso de materiales quedan evidenciadas en el presente trabajo de investigación.

Otro antecedente citado en la investigación fue Poma, C. (2017) en “*VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA URBANIZACIÓN POPULAR MINAS BUENAVENTURA – HUACHO – 2017*” quien indica que el 95% de viviendas analizadas y evaluadas fueron construidas a cargo de un maestro de obra, sin la supervisión técnica de un profesional responsable, las viviendas no cuentan con planos de las diferentes especialidades como arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas y sanitarias. La investigación coincide con lo indicado por Poma siendo importante resolver este problema a través de la difusión del adecuado uso de la Norma E.070 “Albañilería”

La investigación tiene como finalidad presentar el correcto análisis y diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada haciendo uso correcto de la Norma E.070 “Albañilería” aportando así más material bibliográfico que trata este tema tan importante.

Haciendo uso correcto de la Norma E.070 “Albañilería” garantizaremos un adecuado modelamiento estructural, proceso constructivo y uso de materiales logrando con esto seguridad a los ocupantes de la vivienda ante un posible sismo severo.

La investigación demuestra que es necesario la presencia de un profesional que conozca la Norma E.070 “Albañilería” para garantizar un buen diseño estructural y una buena ejecución de la obra, de esta manera reducimos también los altos índices de construcción informal en nuestro país.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

Al concluir el presente trabajo de investigación se obtuvieron resultados interesantes de los cuales se desprenden las siguientes conclusiones:

a.- Se Evaluó la Norma E. 070 “Albañilería” del Reglamento Nacional de Edificaciones en la ciudad de Huacho 2019, obteniendo resultados positivos ya que cuenta con los parámetros necesarios para realizar un proyecto de edificación estructurado bajo el sistema de albañilería confinada. La norma presenta además indicaciones para el correcto proceso constructivo, uso de materiales y control de calidad necesarios para la ejecución de obra.

b.-Se obtuvo el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho 2019, esto fue posible gracias a la información clara y precisa que presenta la norma E. 070 “albañilería” que fue programado en el software Microsoft Excel para así poder plantear diferentes casos de análisis y elegir la más optima. Se cumplió con el objetivo de estructurar el edificio multifamiliar en albañilería confinada pura para poder analizarla a fondo utilizando solo la normal E070 “albañilería”. Resulta apropiado mencionar que inicialmente se planteó el edificio con cinco niveles (altura máxima según la norma) lo cual fue replanteado debido a que no cumplió los parámetros mínimos del análisis sísmico requiriendo placas de concreto armado para aumentar la rigidez del edificio y poder así resistir las fuerzas horizontales generadas por el sismo severo, esta opción fue rechazada ya que se buscaba que la estructura fuera de albañilería pura. Finalmente se optó por reducir a 3 los niveles del edificio el cual si cumplía con el análisis sísmico.

c.-Se estableció los parámetros físicos de la albañilería confinada, necesarios para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019. Parámetros como la capacidad portante del suelo, factor de zona sísmica, factor de suelo y periodos fueron analizados en la ciudad de Huacho a través de investigaciones anteriores.



d.-Se determinó la capacidad portante del terreno donde se construirá un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019. La capacidad portante del terreno en la ciudad de Huacho se extrajo del “Estudio: Mapa de Peligros de la Ciudad de Huacho – INDECI – PNUD PER/02/051 00014426 – Ciudades Sostenibles” gracias a esta investigación se puede conocer el tipo de suelo que presenta la ciudad de Huacho en sus diferentes zonas. El estudio indica que presenta suelos arenosos ubicados cerca del mar y en las faldas de los cerros circundantes a la ciudad, también presenta suelos rocosos ubicados en los cerros.

e.-Se programó el software “Microsoft Excel 2016” para el adecuado Análisis y Diseño Estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019. Programar el análisis y diseño estructural en el software “Microsoft Excel 2016” permitió obtener resultados más confiables y precisos. A su vez, tener programado los cálculos permitió estudiar diversos casos y considerar varias opciones hasta llegar al resultado más óptimo.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación se pueden brindar las siguientes recomendaciones que servirán para trabajos futuros en investigación o aplicación:

Se recomienda hacer uso de la Norma E.070 “Albañilería” para el adecuado análisis y diseño estructural de viviendas, así como para el correcto proceso constructivo y uso de materiales. La Norma brinda la información clara y precisa para la construcción de viviendas con el sistema estructural de albañilería confinada, esto garantiza un correcto comportamiento de la estructura frente a las cargas de gravedad y cargas de sismo. para cumplir con lo anterior mencionado es necesario contar con el asesoramiento de un profesional responsable que haga uso adecuado de la norma.

Al analizar los resultados del presente trabajo de investigación se observó que los ladrillos adecuados para la construcción de una vivienda de albañilería confinada es el ladrillo con bajo porcentaje de vacíos es decir el ladrillo King Kong de 18 huecos, ya que resistió de manera exitosa las cargas verticales por gravedad y las cargas laterales por sismo. De este modo se recomienda usar este tipo de ladrillo y no el ladrillo pandereta el cual tiene otra finalidad.

Se recomienda a las entidades públicas (municipalidad distrital, gobiernos regionales, etc.) y privadas a difundir la Norma E.070 “Albañilería” para promover la construcción de viviendas mejor estructuradas y una ciudad más ordenada. Así estaremos en mejores condiciones de enfrentar eventuales fenómenos naturales como terremotos, inundaciones, etc.

Las regulaciones a la construcción de viviendas por parte de la municipalidad distrital como son las licencias de construcción y parámetros urbanísticos son de suma importancia si queremos una ciudad más ordenada y segura para todos, de esta manera se recomienda seguir buscando los medios de regulación más adecuados sin llegar a normas demasiado estrictas que alejen a la ciudadanía de la formalidad.

Capacitar a los maestros de obra y albañiles en el correcto proceso constructivo y uso de materiales de acuerdo a lo estipulado en la Norma E.070 “Albañilería”, garantizaría en gran medida contar con viviendas familiares, multifamiliares, locales comerciales seguros y confiables ya que son ellos los encargados de edificarlos en su gran mayoría.

Se recomienda campañas por parte de las entidades públicas en conjunto con INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil) para concientizar a la población la importancia de construir viviendas formales y ordenadas. Estar conscientes de que vivimos en una zona altamente sísmica (cinturón de fuego del pacífico) de esta manera nuestro país es propenso a sismos de gran intensidad, tener en consideración también el silencio sísmico de 260 años que registra el litoral peruano.

Se recomienda inspeccionar y reconocer el tipo de suelo donde se edificará la vivienda ya que es este un factor muy importante. En la ciudad de Huacho la capacidad portante del suelo está en un rango intermedio según “Estudio: Mapa de Peligros de la Ciudad de Huacho – INDECI – PNUD PER/02/051 00014426 – Ciudades Sostenibles” aunque varía de acuerdo a la zona.

En edificaciones de grandes dimensiones destinados a viviendas multifamiliares o locales comerciales estructurados en albañilería confinada, se recomienda contar con el asesoramiento de un profesional responsable que realice el análisis sísmico para ver si resistirá las fuerzas generadas por un eventual sismo y las generadas por las cargas de gravedad. Generalmente este tipo de edificación no resiste las fuerzas generadas por el sismo debido a su gran peso y altura por lo cual es necesario la incorporación de placas de concreto armado que les otorguen mayor resistencia a cargas laterales, de este modo la estructura deja de ser albañilería confinada pura y pasa a ser de un sistema mixto ya que incorpora elementos de concreto armado.

Se recomienda seguir haciendo investigaciones que traten de este tema tan importante como es la Albañilería Confinada, ya que es el sistema estructural más empleado en nuestro país para edificar viviendas familiares, multifamiliares y locales comerciales. Esto nos garantiza ciudades más ordenadas y viviendas más confiables y seguras ante eventuales terremotos o inundaciones.

Se recomienda a las autoridades competentes seguir estudiando al sistema estructural de Albañilería Confinada y así poder actualizar la Norma E.070 “albañilería” de manera frecuente.

## REFERENCIAS

### 7.1 FUENTES DOCUMENTALES

- Hernández, L. (2012). “*DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Santillán, J. (2015). “*DISEÑO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES CON SEMI-SOTANO EN CONCRETO ARMADO Y ELEMENTOS PREFABRICADOS-CIUDAD DE HUANUCO*” (informe de suficiencia). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Pari, S. & Manchego, J. (2017). “*ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN VIVIENDAS DE BAJA ALTURA EN LIMA, PERÚ*” (tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Sáenz, L. (2016). “*COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE TABIQUES CONSTRUIDOS CON LADRILLOS PANDERETA*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Chuquín, C. & Paredes, J. (2006) “*COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MURO CONFINADO CON INSTALACIÓN SANITARIA EN SU INTERIOR*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Araoz, T. & Velezmoro, J. (2012). “*REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS EXISTENTES CONSTRUIDAS CON MUROS CONFINADOS HECHOS CON LADRILLOS PANDERETA - SEGUNDA ETAPA*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Bernardo, J. & Peña, M. (2009). “*EFFECTOS DEL PERALTE DE LAS COLUMNAS EN EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Maldonado, C. (2013). “*ESTIMACION ANALITICA DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA MEDIANTE MODELO DE PUNTAL-TENSOR MODELO DE CRISAFULLI MODIFICADO*” (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago.

-Poma, C. (2017). "*VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA URBANIZACIÓN POPULAR MINAS BUENAVENTURA – HUACHO – 2017*" (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima.

-Caguante, L. (2013). "*CALCULAR Y DISEÑAR LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL DE UNA CASA TIPO PLANTEADA PARA EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PAREDES PORTANTES*" (tesis de pregrado). Universidad Internacional Del Ecuador, Quito.

-Singhal, V. & Rai, D. (2014). "*Comportamiento sísmico de paredes de mampostería confinadas cuando se somete a una carga en el plano y fuera del plano*" Ingeniería de Terremotos. Llevado a cabo en la X Conferencia Nacional de EE. UU Sobre Ingeniería de Terremotos. Anchorage, Alaska.

-Colunga, A., Ángeles, A. y Vallejo, S. (2009) "*Comportamiento cíclico de muros de mampostería combinados y confinados*" Engineering Structures. 31, 240-259.

## 7.2 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- San Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de Albañilería - Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Morales, R. (2016). *Diseño en Concreto Armado*. Lima, Perú: Editorial Hozlo SAC.
- Tumialan, J. y Vásquez, O. (2008). *Lectura de planos en edificaciones*. Lima, Perú: Oscar Vásquez Bustamante.
- Delgado, G. (2012). *El ABC de los metrados y lectura de planos en edificaciones*. Lima, Perú: EDICIVIL.
- Delgado, G. (2012). *Procedimiento de construcción*. Lima, Perú: EDICIVIL.
- Delgado, G. (2008). *Diseño estructural de viviendas económicas*. Lima, Perú: EDICIVIL.
- Delgado, G. (2008). *Diseño estructural de una vivienda económica de 160 m<sup>2</sup> de área techada*. Lima, Perú: EDICIVIL.
- Ramos, J. (2017). *Costos y presupuestos en edificación*. Lima, Perú: CAPECO.
- Blanco, A. (2001). *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado*. Lima, Perú: Princeliness E.I.R.L.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 05 de marzo de 2006.

### 7.3 FUENTES ELECTRÓNICAS

- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. (2005). *COMENTARIOS A LA NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.070 ALBAÑILERÍA INFORME FINAL (Capítulos 1 a 10)*. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe/>
- San Bartolomé, A. (2006). *EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA NORMA E.070 EN EL DISEÑO DE UN EDIFICIO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA*. Recuperado de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/04/Ejm-Edificio-Alba-Confinada.pdf>
- San Bartolomé, A. (2007). *DEFECTOS QUE INCIDIERON EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA EN EL SISMO DE PISCO DEL 15-08-2007*. Recuperado de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/09/Albanileria-sismo-del-15-08-2007.pdf>
- CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A. (2010). *MANUAL DEL MAESTRO CONSTRUCTOR*. Recuperado de <http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor.html>
- CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A. (2010). *MANUAL DE CONSTRUCCION PARA MAESTROS DE OBRA*. Recuperado de <http://www.acerosarequipa.com/manual-de-construccion-para-maestros-de-obra.html>
- CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A. (2010). *MANUAL PARA PROPIETARIOS*. Recuperado de <http://www.acerosarequipa.com/manual-para-propietarios.html>
- Grupo el Comercio. (2018). *CONSTRUYE BIEN*. Lima, Perú. Recuperado de <https://elcomercio.pe/especial/construyebien/?datasection=customURL19>
- SENCICO. (2018). *SENCICO: SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACION PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION*. Lima, Perú. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe/>
- CAPECO. (2018). *CAPECO: CAMARA PERUANA DE LA CONSTRUCCION*. Lima, Perú. Recuperado de <https://www.capeco.org/>
- ICG. (2018). *ICG: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA*. Lima, Perú. Recuperado de <http://www.construccion.org/>
- San Bartolomé, A. (mayo del 2011). *Análisis Sísmico* [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://textos.pucp.edu.pe/texto/C09-Analisis-Sismico-Curso-Albanileria-Estructural>

- San Bartolomé, A. (mayo del 2011). *Comportamiento Sísmico Real de la Albañilería* [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://textos.pucp.edu.pe/texto/C05-Comportamiento-Sismico-de-la-Albanileria-Curso-Albanileria-Estructural>
- San Bartolomé, A. (mayo del 2011). *Recomendaciones en el Proceso Constructivo de los Edificios de Albañilería* [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://textos.pucp.edu.pe/texto/C14-Construccion-de-la-Albanileria-Confinada---Parte-1-Curso-Albanileria-Estructural>
- San Bartolomé, A. (mayo del 2011). *Diseño a la Rotura por Carga Sísmica Coplanar* [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://textos.pucp.edu.pe/texto/C11-Introduccion-al-Diseño-por-Cargas-Sismicas-Coplanares-Curso-Albanileria-Estructural>
- Lincoln Institute of Land Policy. (2007). *El desafío de la formación de asentamientos informales en los países en vías de desarrollo*. Cambridge, USA. Recuperado de <https://www.lincolninst.edu/es/publications/articles/el-desafio-la-formacion-asentamientos-informales-en-los-paises-en-vias>
- Gilbert, A. (2005). *La vivienda en américa latina*. Recuperado de [file:///C:/Users/Propietario/Downloads/la%20vivienda%20en%20america%20latina%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Propietario/Downloads/la%20vivienda%20en%20america%20latina%20(2).pdf)
- Instituto Nacional de Calidad INACAL (2017). *Informalidad en el sector construcción: ¿Por qué las edificaciones se caen? ¿Cómo evitarlo?* Recuperado de <https://rpp.pe/seamos-peruanos-de-calidad/informalidad-en-el-sector-construccion-por-que-las-edificaciones-se-caen-como-evitarlo-noticia-1078284>
- Anónimo. *Introducción a la Sismología y la Sismorresistencia*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/wilmanerik/11-introduccion-a-la-sismologia-y-sismorresistencia>



## **ANEXOS**