



## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de INGENIERÍA CIVIL

“CARACTERIZACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, APORTICADO, ALBAÑILERÍA Y DUAL Y SU INCIDENCIA EN EL COSTO EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniera Civil**

**Autoras:**

Maria de los Angeles Arana Diaz  
Yris Alejandra Samane Murrugarra

**Asesor:**

Ing. Anita Elizabeth Alva Sarmiento

Cajamarca - Perú  
2021

## **DEDICATORIA**

A nuestras familias por el amor, comprensión y el apoyo incondicional que nos brindan cada día para lograr nuestros objetivos, a nuestros docentes y amigos, que nos motivaron a seguir en cada etapa de esta vida universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser nuestra principal fuente de fortaleza. A la Universidad Privada del Norte por su calidad educativa que ha logrado formar grandes profesionales. A nuestros maestros, por su paciencia y motivación en todo momento. A todas las personas que nos apoyaron, nos brindaron su apoyo académico y moral para hacer posible esta investigación.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
RESUMEN .....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	8
CAPÍTULO II. MÉTODO .....	17
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	41
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....	90
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES .....	101
REFERENCIAS.....	103
ANEXOS .....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Investigaciones del Grupo de Estudio para Tesis .....	24
Tabla 2: Investigaciones del Grupo de Estudio para Tesis .....	31
Tabla 3: Investigaciones del Grupo de Estudio para Artículos.....	33
Tabla 4: Presupuestos del Grupo de Estudio .....	41
Tabla 5: Comparación de Presupuestos para Dos Pisos.....	42
Tabla 6: Comparación de Presupuestos para Cinco Pisos .....	43
Tabla 7: Comparación de Presupuestos para Cinco Pisos .....	44
Tabla 8: Comparación de Presupuestos para Siete Pisos .....	45
Tabla 9: Comparación de Presupuestos para Ocho Pisos .....	45
Tabla 10: Comparación de la Variación de Presupuestos del Grupo de Estudio .....	46
Tabla 11: Desplazamiento Máximo de Entrepiso del Grupo de Estudio .....	47
Tabla 12: Comparación de Desplazamiento Máximo de Entrepiso Promedio para Cinco Pisos.....	48
Tabla 13: Comparación de la Variación del Desplazamiento Máximo de Entrepiso del Grupo de Estudio .....	49
Tabla 14: Cortante Basal del Grupo de Estudio.....	50
Tabla 15: Comparación de Cortante Basal para Dos Pisos.....	51
Tabla 16: Comparación de Cortante Basal para Tres Pisos .....	51
Tabla 17: Comparación de Cortante Basal para Cinco Pisos.....	52
Tabla 18: Comparación de Cortante Basal para Siete Pisos .....	53
Tabla 19: Comparación de Cortante Basal para Diez Pisos.....	53
Tabla 20: Comparación de la Variación del Cortante Basal del Grupo de Estudio .....	54
Tabla 21: Máxima Deriva del Grupo de Estudio .....	55
Tabla 22: Comparación de Máxima Deriva para Dos Pisos .....	57
Tabla 23: Comparación de Máxima Deriva para Tres Pisos.....	57
Tabla 24: Comparación de Máxima Deriva para Cinco Pisos .....	58
Tabla 25: Comparación de Máxima Deriva para Cinco Pisos .....	59
Tabla 26: Comparación de Máxima Deriva para Siete Pisos.....	60
Tabla 27: Comparación de Máxima Deriva para Ocho Pisos .....	61
Tabla 28: Comparación de Máxima Deriva para Diez Pisos .....	61
Tabla 29: Comparación de la Variación de la Máxima Deriva del Grupo de Estudio.....	62
Tabla 30: Fuerza Cortante Dinámica del Grupo de Estudio .....	63
Tabla 31: Comparación de Fuerza Cortante Dinámica para Cinco Pisos .....	64
Tabla 32: Comparación de Fuerza Cortante Dinámica para Cinco Pisos .....	65
Tabla 33: Comparación de Fuerza Cortante Dinámica para Siete Pisos.....	66
Tabla 34: Comparación de Fuerza Cortante Dinámica para Ocho Pisos .....	66
Tabla 35: Comparación de Fuerza Cortante Dinámica para Diez Pisos .....	67
Tabla 36: Comparación de la Variación de la Fuerza Cortante Dinámica del Grupo de Estudio.....	68
Tabla 37: Fuerza Cortante en la Base del Grupo de Estudio .....	69
Tabla 38: Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Dos Pisos .....	71
Tabla 39: Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Tres Pisos.....	71
Tabla 40: Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Cinco Pisos .....	72
Tabla 41: Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Cinco Pisos .....	72
Tabla 42: Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Cinco Pisos .....	73
Tabla 43: Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Siete Pisos.....	73
Tabla 44: Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Ocho Pisos .....	74
Tabla 45: Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Diez Pisos .....	74
Tabla 46: Comparación de la Variación de la Fuerza Cortante en la Base del Grupo de Estudio.....	75
Tabla 47: Periodo Fundamental de la Estructura del Grupo de Estudio .....	76
Tabla 48: Comparación del Periodo Fundamental para Tres Pisos .....	78
Tabla 49: Comparación del Periodo Fundamental para Cinco Pisos.....	79
Tabla 50: Comparación del Periodo Fundamental para Cinco Pisos.....	79
Tabla 51: Comparación del Periodo Fundamental para Cinco Pisos.....	80
Tabla 52: Comparación del Periodo Fundamental para Siete Pisos.....	81

Tabla 53: Comparación de la Variación del Periodo Fundamental de la Estructura del Grupo de Estudio .....	82
Tabla 54: Aceleración Espectral del Grupo de Estudio .....	83
Tabla 55: Comparación de la Aceleración Espectral para Cinco Pisos .....	84
Tabla 56: Comparación de la Aceleración Espectral para Cinco Pisos .....	85
Tabla 57: Comparación de la Aceleración Espectral para Siete Pisos .....	86
Tabla 58: Comparación de la Aceleración Espectral para Ocho Pisos .....	86
Tabla 59: Comparación de la Variación de la Aceleración Espectral del Grupo de Estudio .....	87
Tabla 60: Resumen de parámetros analizados .....	88
Tabla 61: Diagrama de la Puntuación de los Sistemas a partir de los Parámetros Analizados .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los Perfiles de Suelo.....	13
Figura 2. Mapa de Zonas Sísmicas .....	14
Figura 3. Límites para la Máxima Deriva.....	15
Figura 4. Flujograma para Definición de la Población .....	20
Figura 5. Flujograma de búsqueda para la base de datos "EBSCO".....	22
Figura 6. Flujograma de búsqueda para la base de datos "Google académico" .....	22
Figura 7. Flujograma de búsqueda para la base de datos "Engineering Source" .....	23
Figura 8. Flujograma de búsqueda para la base de datos "E-libro" .....	23
Figura 9. Flujograma para Definición de la Muestra .....	30
Figura 10. Flujograma de Recolección de Datos .....	36
Figura 11. Flujograma de Análisis de Datos.....	39

## RESUMEN

Se realizó esta investigación con el propósito de dar a conocer las características estructurales de los sistemas MDL, aporticado, albañilería y dual para determinar cuál es el sistema que presenta mejor comportamiento sísmico y su incidencia en el costo. Mediante una revisión documental, se seleccionaron 16 fuentes del tema en estudio, posteriormente, se recopilaron las variables estructurales: desplazamiento máximo de entrepiso, cortante basal, máxima deriva, cortante dinámica, cortante en la base, periodo fundamental de la estructura, aceleración espectral, y el costo mediante fichas de recolección de datos, que luego se analizaron mediante el porcentaje de variación de cada uno de estos, considerando al valor menor como el 100% y restarle este valor al porcentaje con el valor mayor, mediante tablas en Excel donde se consideró el tipo de sistema, la altura, el tipo de suelo, la zona, el área, el peso total como variables importantes. Los resultados nos dieron una comparativa estructural y económica de cada parámetro con respecto a cada uno de los sistemas para las diversas alturas consideradas, donde se tomó como edificaciones bajas a alturas de 1, 2 y 3 niveles, edificaciones medias de 5 niveles, y edificaciones altas de 7, 8, 9 y 10 niveles. Por lo tanto, se concluye que, los sistemas recomendados para las edificaciones bajas en suelos rígidos y con alta sismicidad son aporticados y para las edificaciones bajas en suelos blandos y con alta sismicidad es el sistema de albañilería; mientras que para las medias en suelos rígidos y con alta sismicidad son los aporticados y para las edificaciones medias en suelos blandos y con alta sismicidad es el sistema MDL y finalmente en edificaciones altas en suelos rígidos y blandos y con alta sismicidad es el sistema Dual con las consideraciones y adaptaciones necesarias.

**Palabras Clave:** sistemas estructurales, respuesta estructural, comportamiento sísmico.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El Dr. Ing. Hernando Tavera (2008), investigador científico del Instituto Geofísico del Perú, en su artículo *La sismicidad en el mundo*, nos revela que la USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos) a partir del uso de la información proveniente de la red sísmica mundial reporta anualmente 7,000 sismos en el mundo aproximadamente; además a partir de esta misma información se generan mapas de sismicidad mundial anuales, en los que se pudo identificar que de un año al otro estos son bastante similares lo cual indica que los sismos generalmente ocurren en las mismas regiones. Entre las principales regiones sísmicas a nivel global podemos identificar el círculo sísmico circumpacífico, donde se encuentra el borde occidental de América del Sur, el cual a nivel mundial representa la región de mayor actividad sísmica, debido a que se encuentra ubicado en el “Cinturón de Fuego del Pacífico” donde se producen el 80% de los eventos sísmicos en el mundo, esto como consecuencia del proceso de convergencia y subducción de la placa de Nazca (oceánica) por debajo de la Sudamericana (continental) y por poseer el origen a los terremotos de mayor magnitud conocidos por el hombre, como el terremoto de Valdivia de 1960 (9.4Mw) en el país vecino de Chile.

A partir de lo anterior no es difícil inferir que el Perú se encuentra continuamente en riesgo sísmico y “en el Perú, los eventos sísmicos siempre han originado grandes pérdidas económicas y humanas.” (Delgado Pulcinelli & Rubiños Bartens, 2019) Por ejemplo, durante el terremoto del 15 de agosto del 2007 en Pisco (7,9Mw), la mayoría de edificaciones colapsaron y de las que quedaron algunas requirieron reforzamiento estructural, mantenimiento y/o demolición, pese a que estas estructuras fueron diseñadas respetando las normas de diseño sismorresistente, indico León Barra (2019). Se precisa que el sismo dejó 17,511 viviendas destruidas, 14,349 viviendas inhabitables y 9,343 viviendas afectadas; entre las cuales existían diversos sistemas de construcción los que en su mayoría fallaron, sin

embargo algunos se mantuvieron estables; esto nos lleva a cuestionar cual sistema presenta la mejor respuesta estructural, además de tener en cuenta el costo ya que como señala Laucata Luna, Johan (2013) la población se incrementa de forma acelerada en todo el país, lo cual genera un crecimiento poco controlado y planificado en áreas urbanas; donde muchas familias de clase media y sobre todo baja, frente a la necesidad de vivienda y con los pocos recursos con los que cuentan, cubren esta necesidad sin la asesoría técnica y/o profesional adecuada y sin los materiales idóneos para la obra ni estudios de suelos adecuados y mucho menos diseños sismorresistentes; generando así viviendas con alta vulnerabilidad sísmica y teniendo como consecuencias el riesgo a los residentes y sus colindantes.

Por lo cual la presente investigación realizo la caracterización de los sistemas estructurales más comunes en el Perú, tales como muros de ductilidad limitada, aporticado, albañilería y dual; enmarcado en la línea de investigación de salud pública y poblaciones vulnerables y en la sub-línea de investigación seguridad ciudadana.

En base a la problemática expuesta, se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las características del sistema que presenta mejor respuesta estructural para una edificación multifamiliar de los sistemas muros de ductilidad limitada, aporticado, albañilería y dual y su incidencia en el costo?

Para responderla se identificó como objetivo general:

- Caracterizar y definir la mejor respuesta estructural de los sistemas de muros de ductilidad limitada, aporticado, albañilería y dual y su incidencia en el costo en edificaciones multifamiliares.

Para lo cual tenemos los siguientes objetivos específicos:

- Generar el grupo de estudio recopilando tesis y artículos científicos de máximo 10 años de antigüedad, que comparen los sistemas en estudio, mediante la búsqueda en fuentes confiables.

- Describir e identificar las metodologías utilizadas en la presente investigación para la recolección y análisis de datos.
- Clasificar los datos relevantes para la comparación del comportamiento estructural como: el desplazamiento máximo de entre piso, la cortante basal, máximas derivas, fuerza cortante dinámica, fuerza cortante basal estática, aceleración espectral, costos; mediante la utilización de tablas y gráficos.
- Comparar los datos recolectados con datos obtenidos en estudios previos (antecedentes y artículos científicos).
- Identificar las limitaciones o puntos inciertos de la investigación que impliquen relevancia en la variación de las conclusiones del estudio.
- Establecer finalmente el sistema o sistemas que presenten la mejor respuesta estructural además de su incidencia en el costo, mediante una propuesta, de acuerdo a los datos recolectados y bajo los parámetros estudiados. tipo de suelo, el número de pisos y zona sísmica.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación planteada se contempló la siguiente hipótesis: El sistema de muros de ductilidad limitada, posee alta rigidez, derivas dentro de la norma E.030 bajos desplazamientos y bajas deformaciones; estas son características necesarias para tener mejor respuesta estructural, además muestra la mejor incidencia en el costo para una edificación multifamiliar. Aunque este puede ser solo beneficioso en algunas regiones del Perú dependiendo de la ubicación, accesibilidad de los recursos, equipos y personal especializado; y sobre todo por el tipo de suelo, ya que se debe tener en cuenta el fenómeno de resonancia que podría causarse en suelos rígidos, para los que se recomendaría una estructura más flexible como el sistema aporticado.

Adicionalmente se debe mencionar que existen investigaciones similares a esta, de entre ellas se han tomado las siguientes como antecedentes: *Comparación entre los sistemas*

*de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en una vivienda multifamiliar en la urbanización Santa Margarita. Veintiséis de octubre-Piura. 2020*; de Deyra Escobar, Miguel Steve y Otero Farfán, Marcio Adrián de Jesús (2020), esta investigación tuvo como objetivo realizar una comparativa entre los dos sistemas anteriormente mencionados para definir sus diferencias y determinar el que presenta mejor características estructurales en una edificación de 5 niveles. Para lograr este objetivo realizaron presupuestos y modelos para ambos sistemas en la ubicación indicada, además de sus respectivos análisis sísmicos con el software ETABS de los cuales obtuvieron la relación costo, fuerza cortante, desplazamiento entre otros; a partir de lo cual concluyeron que a nivel de costos, tiempos de ejecución e impactos socioeconómicos, el sistema de MDL presenta mayores ventajas frente al sistema de albañilería y a nivel de diseño estructural ambos sistemas son seguros.

Otro estudio que se tuvo en cuenta fue *Estudio comparativo del comportamiento sísmico de estructuras de concreto armado, Lima 2019*; de Jhordy Frantz Mestanza Jaque (2019), cuyo objetivo fue determinar las diferencias del comportamiento sísmico en una edificación de 13 niveles entre el sistema dual y aporticado, para ello se modeló las edificaciones con el software ETABS 2016.1.2 realizando análisis sísmicos estáticos y dinámicos para obtener desplazamientos de respuesta, distorsiones y momento de volteo, con lo cual concluyó que el sistema más recomendable es el sistema dual en el diseño de la estructura.

Finalmente tenemos al estudio Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de San Carlos, distrito Huancayo 2017; de Ladera Romero, Jimy Percy (2019), quien tuvo como objetivo analizar el comportamiento estructural de ambos sistemas y sus diferencias ante eventos sísmicos. Para lo cual realizó el diseño estructural, sísmico y el modelamiento de ambos sistemas con el programa ETABS V.2016.2.1 de ellos obtuvo que el sistema

aporticado es mucho más flexible, que el sistema estructural de albañilería confinada que tiende a ser más rígido; sin embargo, en otros parámetros como distorsiones ambos se encuentran bajo la norma.

Por otro lado, dentro del marco teórico tendremos en cuenta los siguientes conceptos:

La **respuesta estructural**, es un espectro de respuesta es un valor utilizado en los cálculos de ingeniería sísmica, que mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta. Se denomina de respuesta ya que lo que mide es cómo responde la estructura a las acciones que se le inducen desde el exterior. (UMSS, 2013)

El **diseño sismorresistente** en las estructuras consiste en controlar los daños que pueden ocurrir por un sismo, mediante la definición de desplomes correspondientes al umbral que indica el límite de daños aceptable en el proyecto (Vielma Pérez, 2008).

El **sistema aporticado** es el conjunto estructural conformado por columnas y losas con vigas descolgadas o vigas perdidas en la losa, cuyos elementos tienen su dimensión longitudinal muy superior a la dimensión transversal; siendo así, su principal comportamiento a flexión. No se contempla la presencia de muros estructurales, por lo que, todos sus elementos verticales toman parecidas fuerzas de corte en la base. (Chasi Benavides, 2016)

El **sistema de Muros de Ductilidad Limitada** no tiene columnas de hormigón armado, se basa en paredes de diafragma estructural, las mismas que sostienen las losas, ya sea de entrepiso o de cubierta. Su tecnología y su aplicación tienen su sustento teórico-científico, aprobado por las normas y los códigos de construcción internacionales. (El Comercio, 2009)

El **sistema de Albañilería Confinada** es de los más empleados 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. (Arteaga Espinoza, 2018)

El *sistema estructural Dual* es un sistema que está compuesto de una edificación que está conformada de vigas, columnas y losas, pero además de ello se le añade las placas para que esta pueda rigidizarse y aguante o soporte mejor las cargas sísmicas, estos serán o son utilizado en edificación de gran altura o pisos. (Cabello Beteta, 2020)

Los *perfiles de suelo* clasifican la superficie tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte y se aplican a los 30 m superiores desde el nivel del fondo de cimentación del perfil de suelo (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018). A partir de ello se dividen en diferentes perfiles como muestra la Figura 1. Para mayor detalle revisar la norma E.030 diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones.

### Figura 1

Clasificación de los Perfiles de Suelo

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

Donde:

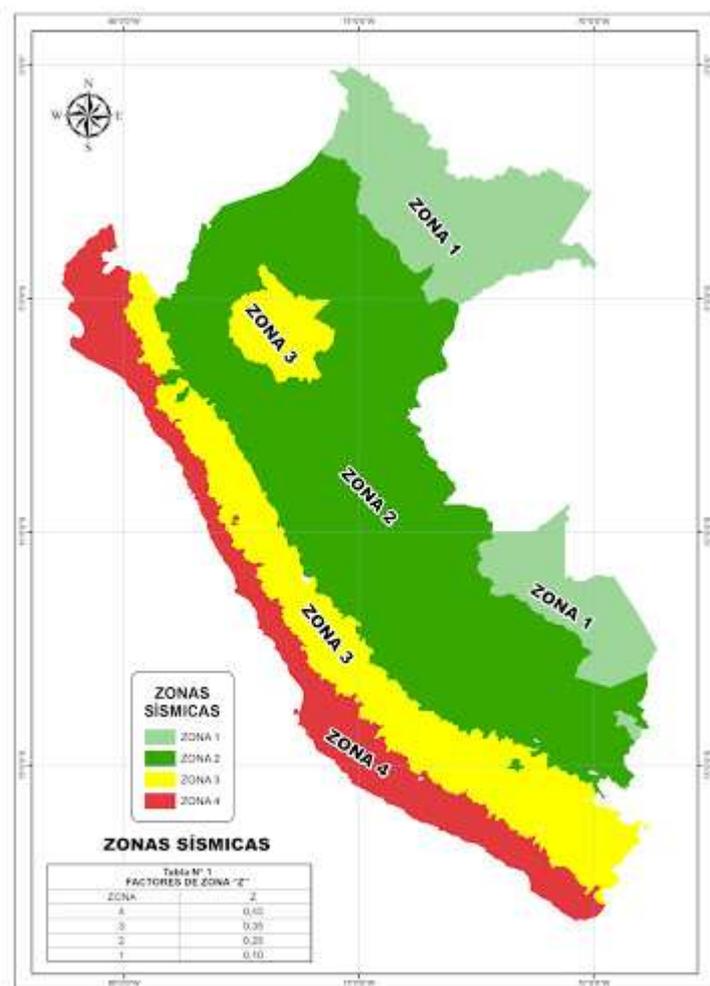
- S0: Roca Dura
- S1: Roca o Suelos Muy Rígidos
- S2: Suelos Intermedios
- S3: Suelos Blandos
- S4: Condiciones Excepcionales

Nota: Extraído de la Norma E.030 diseño sismorresistente.

La *zonificación* en el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura 2, la cual es se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018)

**Figura 2**

Mapa de Zonas Sísmicas



Nota: Extraído de la Norma E.030 diseño sismorresistente.

El *desplazamiento máximo de entrepiso* es el parámetro más importante para comparar el comportamiento de distintos sistemas estructurales y así determinar el grado de daño que puede presentarse (Hernandez).

Se denomina *cortante basal* a la acumulación de fuerzas cortantes de cada piso y se refleja en la base de la edificación. Estos cortantes en cada piso no son más que la aplicación de la fuerza sísmica en un nivel determinado y que se va acumulando a medida que nos vamos acercando a la base. (Saavedra, 2016).

Las *máximas derivas* reportan el desempeño de una estructura ante una determinada

acción sísmica, definido por un desplazamiento lateral máximo o una deriva de piso máxima (Aguiar & González, 2006), la cual debe estar dentro de los límites de la norma E.030 que establece lo indicado en la Figura 3, además indica que los límites de la distorsión para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta figura.

### Figura 3

Límites para la Máxima Deriva

Material Predominante	$(\Delta_i / h_{ei})$
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Extraído de la Norma E.030 diseño sismorresistente.

La *fuerza cortante dinámica* son los esfuerzos producidos por movimientos en los elementos estructurales, que se generan por cargas externas como las sísmicas.

La *fuerza cortante en la base* de la estructura determina la fuerza lateral total como consecuencia de las fuerzas de inercia que se introduce a un sistema de N grados de libertad que posteriormente se distribuye a lo largo de las diferentes alturas de la estructura (Canet, 2012).

La *aceleración espectral* mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta. (Dariel, 2016)

El *periodo fundamental* de vibrar de un edificio es un parámetro clave para el diseño sísmico de una estructura; en el caso de construcciones existentes es un valor que puede ayudar a determinar las condiciones actuales de seguridad estructural. Generalmente los códigos de construcción proporcionan fórmulas empíricas para estimar el periodo fundamental, dichas expresiones se basan en registros de edificios durante el movimiento del

suelo obtenidos en modelos elaborados con elementos finitos (Sánchez Tizapa & Arroyo Matus, 2014) .

También se crearon definiciones propias para facilitar el manejo de la información recopilada, tales como:

*Edificaciones bajas*, se definió así a aquellas edificaciones de 3 niveles o menos. Mientras que las *edificaciones medias*, fueron aquellas de 5 niveles. Y finalmente, las *edificaciones altas*, dentro de las cuales se consideraron a aquellas viviendas de 7 a 10 niveles.

Este estudio se justifica debido a la necesidad de edificaciones sismorresistentes, ya que en nuestro registro histórico existen terremotos como: el del 28 de octubre de 1746 en la costa central, que tubo una magnitud de 8.1 MS e intensidades de hasta XI en la escala de Mercalli; o el terremoto de pisco de 2007 de magnitud 7.9, donde se pudo observar edificaciones aporticadas al borde del colapso y edificaciones de 3 pisos hechas con ladrillos artesanales donde las piezas fueron trituradas a causa del sismo; por otro lado la sierra peruana también ha sufrido fuertes movimientos sísmicos como en Cajamarca el 29 de Mayo de 1990, con una magnitud de 6.4 grados Richter o en Ancash el 31 de Mayo de 1970, el cual con una magnitud de 7.9 MW sepulto a Yungay. Por todo esto, es necesario conocer las característica y comportamiento de los sistemas más usados en el país, para que ante un movimiento telúrico se pueda evitar la pérdida de vidas humanas. Por ello, este estudio busca facilitar la evaluación de la eficacia de los sistemas, su comportamiento ante un sismo y su relación con el costo. Concluyendo así que esta investigación facilitará la elección del sistema más favorable, tanto económica como estructuralmente, logrando así aumentar la seguridad la población ante un sismo.

## CAPÍTULO II. MÉTODO

En la presente investigación se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las características del sistema que presenta mejor respuesta estructural para una edificación multifamiliar de los sistemas muros de ductilidad limitada, aporticado, albañilería y dual además de su incidencia en el costo? Para responderla se identificó como objetivo general: caracterizar la respuesta estructural de los sistemas de muros de ductilidad limitada, aporticado, albañilería y dual y su incidencia en el costo en edificaciones multifamiliares, para conseguir este objetivo tenemos los siguientes objetivos específicos: Generar el grupo de estudio recopilando tesis y artículos científicos de máximo 10 años de antigüedad, que comparen los sistemas en estudio. Describir las características de los sistemas e identificar las metodologías usadas para la su comparación. Sintetizar y clasificar los datos y características de cada sistema. Comparar y analizar los datos y características recolectados. Identificar finalmente el sistema que presente la mejor respuesta estructural además de su incidencia en el costo. Para dar respuesta a la pregunta de investigación planteada se contempló la siguiente hipótesis: El sistema de muros de ductilidad limitada, posee alta rigidez, deriva dentro de la norma E.030 bajos desplazamientos y bajas deformaciones; estas son características necesarias para tener mejor respuesta estructural, además muestra la mejor incidencia en el costo para una edificación multifamiliar. Aunque este puede ser solo beneficioso en algunas regiones del Perú dependiendo de la ubicación, accesibilidad de los recursos, equipos y personal especializado; y sobre todo por el tipo de suelo, ya que se debe tener en cuenta el fenómeno de resonancia que podría causarse en suelos rígidos, para los que se recomendaría una estructura más flexible como el sistema aporticado.

El enfoque considerando para esta investigación es el cualitativo, ya que, en este estudio se recolectaron datos mediante descripción y características de los sistemas dentro del estudio realizado; el cual según (Gallardo, 2017), afirma que este tipo de enfoque es aquella

que utiliza preferente o exclusivamente información mediante la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación y cuyo análisis se dirige a lograr descripciones detalladas de los fenómenos estudiados.

Esta investigación es del tipo descriptiva, puesto que, se investigaron las características más representativas de los sistemas en estudio, y según (Arias, 2006), busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de cualquier fenómeno que se someta a un análisis, con el fin de establecer su estructura o comportamiento, por lo que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de las características de los fenómenos en estudio.

Además, de acuerdo con el fin que se persigue, esta investigación es del tipo aplicada, debido a que, hemos aplicado conceptos básicos en ingeniería para determinar nuevos conocimientos que permitan mejorar los problemas dentro del ámbito de la construcción en ingeniería civil. Además, según (Lozada, 2014), una investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.

Así mismo, de acuerdo al número de mediciones en un determinado tiempo, esta investigación se encuentra dentro del tipo longitudinal, debido a que en la presente investigación se realizó búsquedas de información de estudios dentro de los 10 años anteriores, así como señala (Borja, 2012), estudian la evolución del fenómeno a través del tiempo.

El diseño de la presente investigación es no experimental, debido a que se realizó caracterizando los sistemas estudiados, mediante una revisión documental de estudios no mayores a 10 años de antigüedad, sin alterar la originalidad de los mismos. Así mismo,

(Arias, 2006), señala que un estudio no experimental es aquel que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes.

La presente investigación consiste en una revisión documental de la literatura científica en relación al tema de investigación en estudio, con el fin de analizar estudios primarios realizados por diferentes investigadores. Para llevar el proceso de recopilación de datos, se planteó las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué características debe tener el sistema estructural que mejor se comporta ante un sismo? ¿Qué se conoce acerca de los sistemas estructurales de muros de ductilidad limitada, aporticado, albañilería y dual? ¿Qué parámetros son importantes en la evaluación de la respuesta estructural de una edificación multifamiliar? ¿Cuál es el sistema constructivo más económico? Estas preguntas nos permitirán la búsqueda de información importante, para posteriormente realizar el análisis de esta investigación.

Para los criterios de búsqueda y selección de documentos para la **población**, se tomaron en cuenta las preguntas realizadas anteriormente y las palabras clave que delimitan el tema en estudio como: Respuesta estructural, comportamiento sísmico, análisis sísmico, modelamiento estructural mediante software, resistencia y costo. Para los criterios de inclusión se tomó en cuenta que el año de publicación este comprendida entre los años 2010 y 2020, es decir con 10 años de antigüedad. Además, se tomó en cuenta base de datos en idioma español e inglés, ya que hay muchas fuentes primarias relacionadas al tema de estudio en estos dos idiomas.

Se realizó la búsqueda en diferentes bases de datos de alta confiabilidad como lo son: Google Académico, Revista Ciencia e Ingeniería, UPEU, Repositorio de la Universidad Privada del Norte, Repositorio de la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas (UPC),

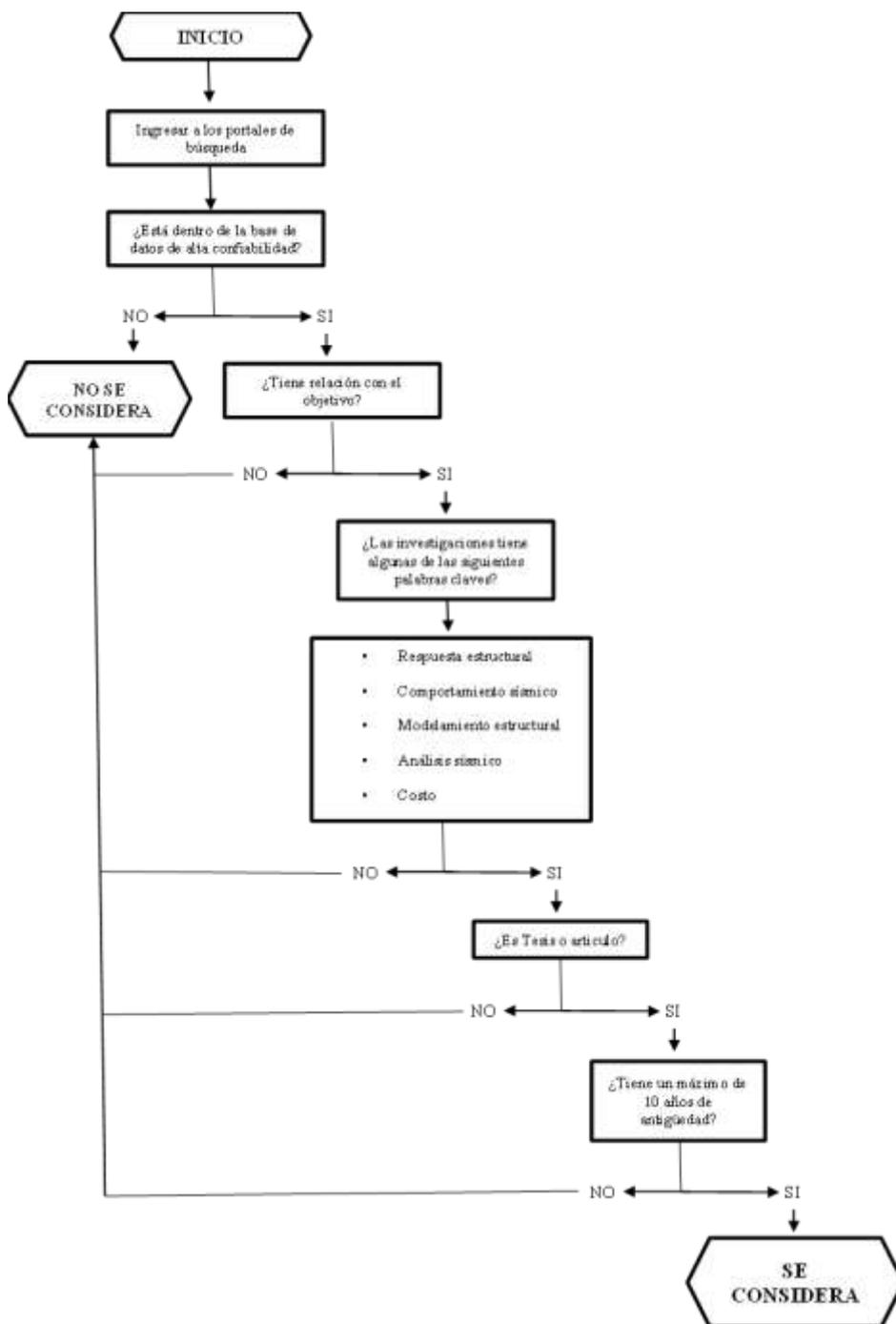
Repositorio de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Excluyendo, información de páginas poco confiables como Wikipedia o Blogs.

Dentro de las bases de datos encontradas, se consideraron tesis de pregrado y posgrado, artículos de investigación, que tengan un alto nivel de relación con el tema en estudio, debido a que la información es mucho más clara y detalla en este tipo de publicaciones. Para determinar la cantidad de información se empleó un proceso de selección que consiste en tres etapas: Preselección, filtro y selección definitiva que se detalla en el siguiente esquema:

Para recopilar la población se realizó un proceso específico que se detalló en el flujograma a continuación:

**Figura 4.**

*Flujograma para Definición de la Población*



Nota: Elaboración Propia

**Figura 5**

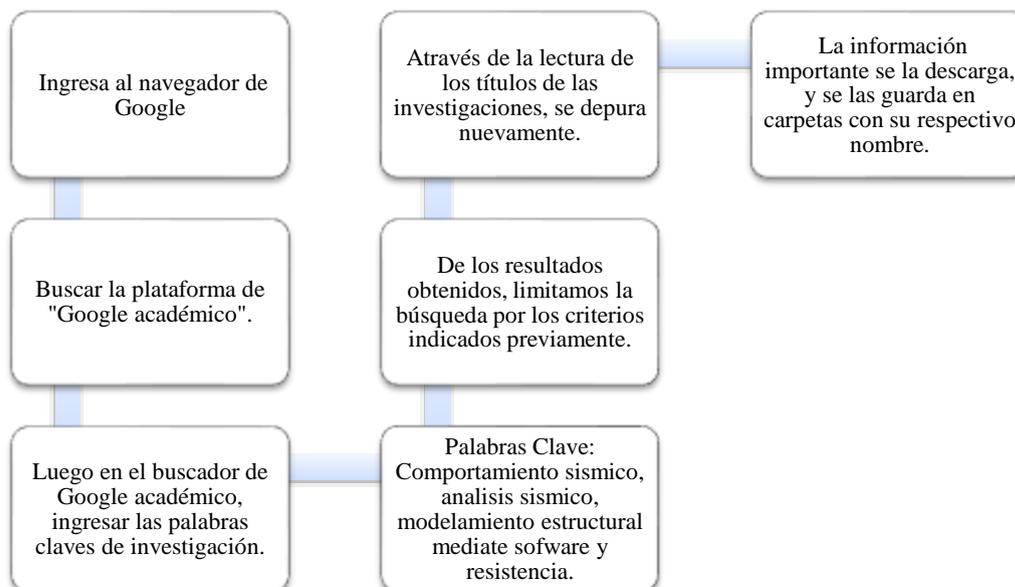
*Flujograma de búsqueda para la base de datos "EBSCO"*



Nota: Elaboración Propia.

**Figura 6**

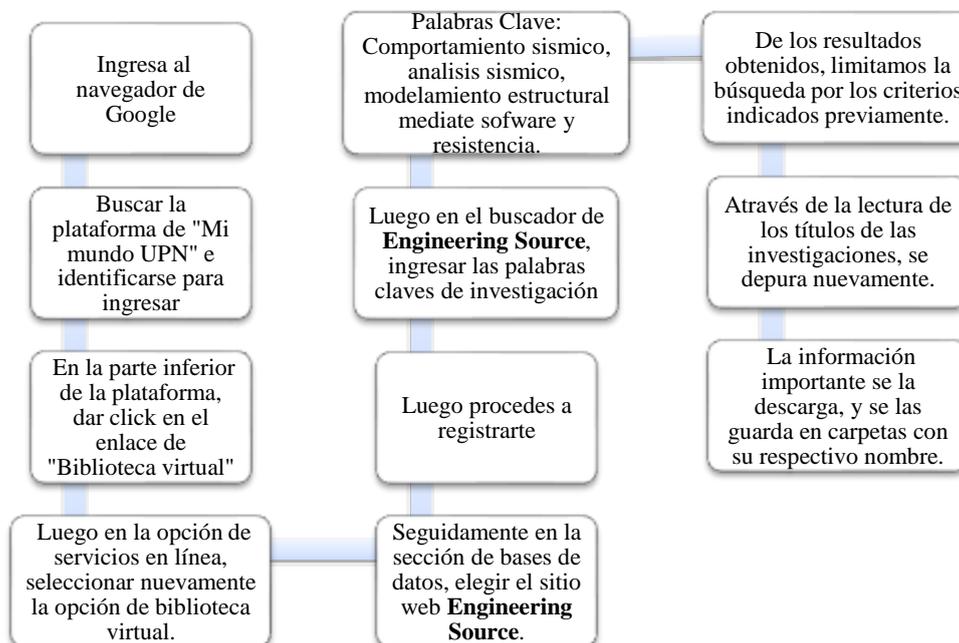
*Flujograma de búsqueda para la base de datos "Google académico"*



Nota: Elaboración Propia.

**Figura 7**

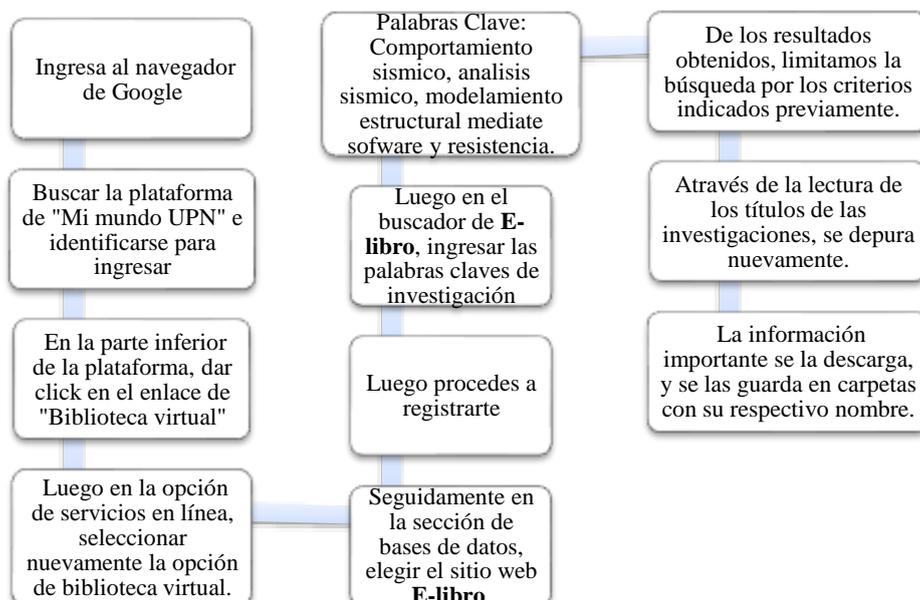
*Flujograma de búsqueda para la base de datos "Engineering Source"*



Nota: Elaboración Propia

**Figura 8**

*Flujograma de búsqueda para la base de datos "E-libro"*



Nota: Elaboración Propia

Del proceso descrito se obtuvo la tabla 1, que presenta las investigaciones que formaron la población:

**Tabla 1**

*Investigaciones sin proceso de exclusión:*

Nº	TÍTULO	AUTORES	AÑO y LUGAR DE PUBLICACIÓN	FUENTE
1	Evaluación del comportamiento sísmico de un edificio prototipo del banco obrero.	J. C. Barboza and A. Rivera	2004 Venezuela	e-book
2	Modelización del comportamiento sísmico de un acueducto de mampostería	Ivorra, Salvador; Spairani, Yolanda ; Torres, Benjamín ; Bru, David	2019 - Alicante	EBSCO
3	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Estructural de la I.E. N°1199 Mariscal Ramón Castilla, UGEL N°6 del Distrito de Chaclacayo	Arone Quispe, Juan	2019 - PERU	GOOGLE ACADEMICO
4	Comportamiento estructural de muros de mampostería confinada en escala reducida con ductilidad local óptima	Alejandro Navas Carro, Alejandra Sáenz García	2011 - Costa Rica	GOOGLE ACADEMICO
5	Análisis sísmico usando SAP2000 para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado - Huambocancha Alta, Prov. de Cajamarca, Región Cajamarca	Amoros Barrantes, Cristhian Alberto	2015 - PERU	GOOGLE ACADEMICO

6	Sismo resistencia en edificios de hormigón y acero para zonas de alta peligrosidad sísmica en el Ecuador	Vasco López, Patricio Marcelo	2016 - ecuador	GOOGLE ACADEMICO
7	Evaluación de la resistencia a la compresión en morteros de pega de acuerdo con la dosificación establecida por el código Sismo Resistente Colombiano. Estudio de caso.	Sergio Giovanni Valbuena Porras, Milton Mena Serna César Augusto García-Ubaque	2016-colombia	GOOGLE ACADEMICO
8	Demandas de resistencia para edificios de albañilería en el Perú	Alejandro Muñoz, Ángel San Bartolomé, Carlos Rodríguez	2002-peru	GOOGLE ACADEMICO
9	Análisis y diseño sismorresistente estructural mediante el análisis dinámico espectral de un edificio de cuatro plantas utilizando el software sap2000	ASTUDILLO GUAYLLASACA EDISON EFRAIN	2015 - ecuador	GOOGLE ACADEMICO
10	Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca”	César Martín Quiroz Cruzado	2016, Cajamarca – Perú	REPOSITORIO UPN
11	Análisis comparativo en la variación de perfiles de acero resultantes del	Flores Minaya, Jorge Luis; Merino González, Francisco Valentín	Lima, febrero del 2016	Repositorio de la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas (UPC)

	diseño estructural de un edificio residencial de estructuras metálicas al emplear entrepisos de losas aligeradas de viguetas pretensada con ladrillos de poliestireno expandido, de bovedillas de arcilla y con losas colaborantes			
12	Análisis comparativo técnico económico y sismo resistente mediante análisis dinámico lineal entre el hormigón de baja densidad vs el hormigón convencional en un edificio residencial tipo de 5, 7 y 9 pisos ubicado en Quito.	Ramos Rodríguez Henry Anderson Zumárraga Potosí Erick Fernando	2018, Quito - Ecuador	Repositorio Digital de la Universidad Central del Ecuador
13	Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio multifamiliar de 21 pisos y 2 sótanos de concreto armado con el uso de distintas resistencias a la compresión del concreto ( $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y $f_c$ 350 kg/cm <sup>2</sup> )	Wilfredo Jesús Aliaga Gaspar	2019, Huancayo - Perú	GOOGLE ACADEMICO
14	Parámetros comparativos de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada del edificio multifamiliar de 5 niveles, residencial Araya	Deza Espinoza, Jordy Enrique Orihuela Collazos, Daniel Giovany	2019, Lima - Perú	GOOGLE ACADEMICO

---

	en el distrito de Santiago de Surco – 2019			
15	Modelaje comparativo de estructuras de hormigón armado recogiendo características reales de comportamiento”	Altamirano Díaz Jocsan Jonatan	2012, Lambayeque - Perú	GOOGLE ACADEMICO
16	Influencia del concreto liviano en el desempeño sísmico de una vivienda multifamiliar de 10 pisos ubicada en lima	Oliveros Andrade, Edgard Andrés Tapahuasco Guillén, Dayan	2019, Lima - Perú	GOOGLE ACADEMICO
17	Incidencia del agrietamiento de los elementos estructurales en el diseño estructural del edificio multifamiliar residencial San Andrés	Niño Morin, Renato Alexander Rodríguez León, Christian Paul	2019, Trujillo - Perú	GOOGLE ACADEMICO
18	Diseño estructural de la institución educativa N°427 del distrito de Jayanca basado en visión 2000 para evaluar el desempeño sísmico.	Luis Alonso Delfín Ordoñez	2018, Chiclayo - Perú	GOOGLE ACADEMICO
19	“Vulnerabilidad sísmica en viviendas con muros de ductilidad limitada - paseo del mar - II etapa - nuevo Chimbote”	Segundo Junior, Alvarado Estrada.	2018, Chiclayo - Perú	GOOGLE ACADEMICO

---

20	Análisis y diseño estructural de edificaciones con aisladores sísmicos y análisis comparativo de respuesta sísmica y costos con la edificación convencional	Flores Ramos, Henry; Cahuata Corrales, Fernando	2015, Arequipa - Perú	GOOGLE ACADEMICO	
21	Modelación, Diseño Estructural Comparativo y Propuesta de Ampliación Vertical de la Edificación FLORES MENA, ubicada en la Ciudad de Quito-Ecuador, Sector Cofavi.	Esteban Alejandro Flores Mena	2018, Quito - Ecuador	GOOGLE ACADEMICO	
22	Influencia de la rigidez lateral en el análisis y diseño Sismorresistente de un edificio de concreto armado de 5 pisos	Gómez Quispe, Yesica Yaneth	2018 - Perú	GOOGLE ACADEMICO	
23	Influencia del agrietamiento en la respuesta sísmica de edificios aporticados peruanos	Luk Malca, Claudia Rebeca Luque Curilla, Lizbeth Mayleng	2011 - Perú	GOOGLE ACADEMICO	
24	Análisis comparativo del Comportamiento Sismo dinámico del Diseño Sismorresistente de la Norma E.030 del año 2016 de un modelo con aisladores HDR para un sistema Aporticado frente al Pabellón II de la UANCV sede Puno	Neyra Flores, Lincolns Heuston	2019 - Perú	GOOGLE ACADEMICO	Análisis sísmico

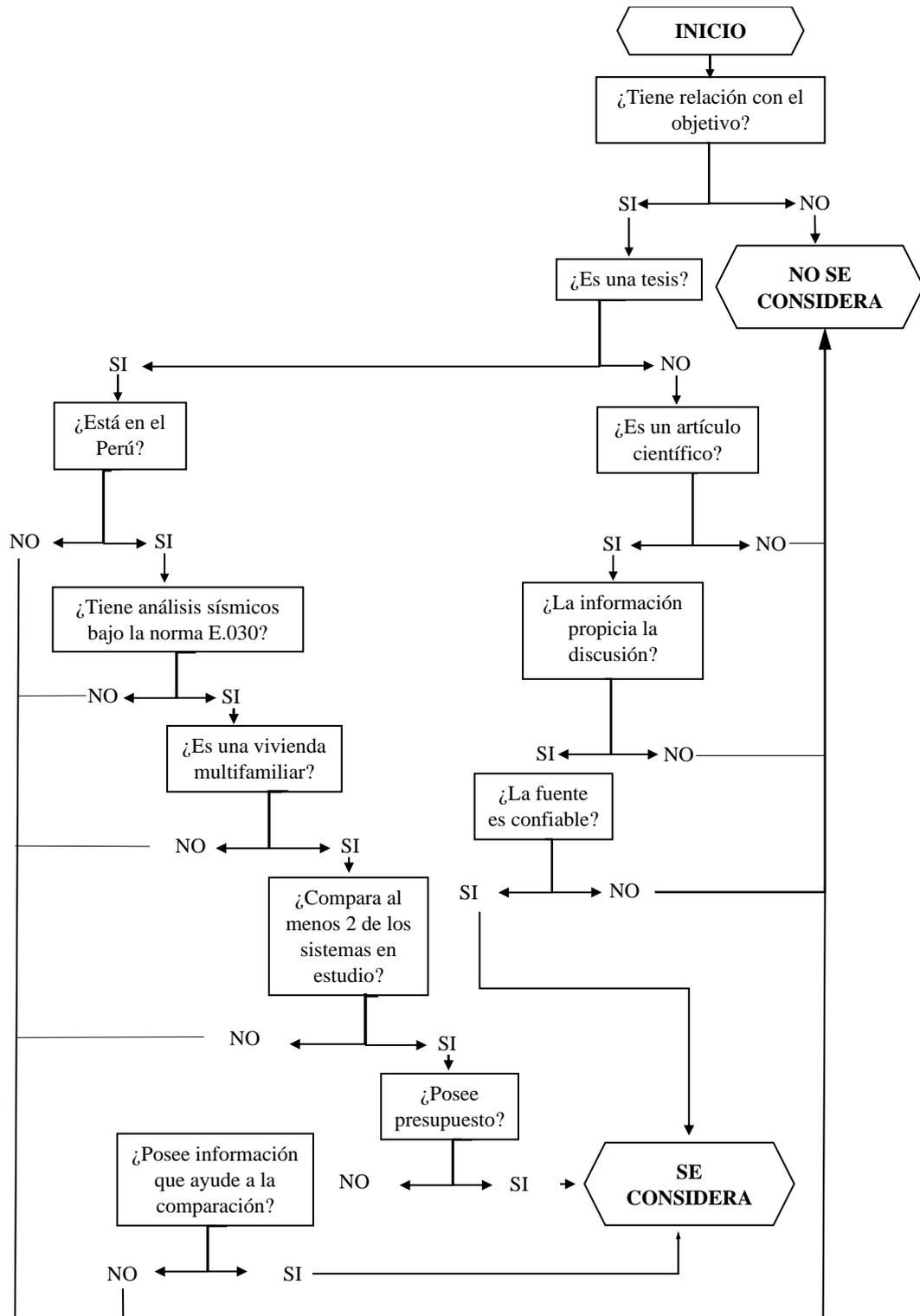
Nota: esta tabla muestra las fuentes de estudio que conforman la población, la cual se detallan el título de la investigación, los autores, el lugar y el año en que fue publicado, la fuente y las palabras clave.

Los criterios utilizados para determinar la **muestra**, es decir de exclusión, fueron que la tesis seleccionada posea relación directa con el objetivo de comparar la respuesta estructural y el costo de los sistemas en estudio; para ello debe poseer análisis sísmicos estáticos y dinámicos los cuales deben estar regidos bajo la norma de E.030, además encontrarse dentro del territorio nacional, teniendo como requisito mínimo ser viviendas multifamiliares y contar con la comparación de al menos dos sistemas, procurando que también posean presupuestos. Por otro lado, los artículos deben alinearse con el objetivo propuesto, sin embargo, pueden ser considerados sin necesidad que cumplan todos los requisitos anteriormente mencionados para las tesis, si y solo si la fuente es altamente confiable y la información competente, además debe propiciar la discusión y las comparaciones. Finalmente, toda la muestra seleccionada debe estar dentro de la línea de investigación propuesta y adecuarse a las consideraciones éticas que siguió la investigación.

A continuación, mostramos el flujograma seguido para filtrar la muestra:

**Figura 9**

*Flujograma para Definición de la Muestra*



Nota: Elaboración Propia

Del proceso descrito se obtuvo la tabla 1, la que presenta las investigaciones que formaron la muestra:

**Tabla 2**

*Investigaciones del Grupo de Estudio para Tesis*

Nº	AUTOR	TÍTULO	LUGAR	AÑO
1	Bob G. Cabello Beteta	Análisis estructural comparativo entre los sistemas estructurales de concreto armado aporticado y dual, Lima 2019.	Lima – Perú	2020
2	Katerin Esteban Mollehuara Coco J. Cordova Landa	Comportamiento sísmico de los sistemas estructurales de pórticos y albañilería confinada en una vivienda multifamiliar, Jr. Mantaro, El Tambo, 2020.	Huancayo – Perú	2020
3	Jordy E. Deza Espinoza Daniel G. Orihuela Collazos	Parámetros Comparativos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada del Edificio Multifamiliar de 5 Niveles, Residencial Araya en el Distrito de Santiago de Surco.	Lima – Perú	2019
4	Davis R. Ñaca Ramírez	Análisis Comparativo de Costos para Los Sistemas Estructurales Aporticado Dual Y Albañilería Confinada de un Edificio de Departamentos en la Ciudad De Puno.	Puno – Perú	2017
5	Angel E. Caceres Caceres Luis A. Enriquez Ranilla	Análisis de costos, diseño sismorresistente- estructural Comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad Limitada y albañilería estructural de un edificio Multifamiliar.	Arequipa – Perú	2017
6	Sara E. Lingán Guzmán	Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada para una vivienda multifamiliar”.	Trujillo - Perú	2018
7	Julio J. Merodio Mejía Walter A. Vásquez Ortiz	Estudio comparativo del Comportamiento y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos Diseñado con los sistemas de albañilería Confinada y muros de ductilidad Limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura	Lima - Perú	2018
8	Luis A. Sullca Vilca Cristian C. Condori Mayta	Estudio comparativo de costos, programación, diseño sismorresistente, entre el sistema dual y muros de ductilidad	Arequipa – Perú	2018

9	Donaldo E. Llerena Pariapaza	limitada de un edificio multifamiliar de 7 pisos ubicado en Cerro Colorado - Arequipa Evaluación de la influencia de los sistemas de Muros de ductilidad limitada y aporticado en la Respuesta estructural de un edificio Multifamiliar de cinco niveles, ciudad de Puno.	Puno – Perú	2021
10	David J. Arias Aguilar Cesar A. Quijada Lavado	Comparación de aspectos estructurales y Económicos entre un edificio de 8 pisos para Vivienda de muros de ductilidad limitada y sistema Dual tipo I optimizado.	Lima – Perú	2019
11	Xiomara L. Egoabil Apolinares	Análisis y diseño estructural de un edificio de viviendas multifamiliares de 6 pisos con muros de ductilidad limitada.	Huancayo – Perú	2019
12	Julio C. Santoyo Curi	Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada de una vivienda en la ciudad de Lircay.	Huancavelica – Perú	2015
13	Julio A. Campaña Guarderas	Análisis comparativo de los sistemas estructurales: aporticado y muros portantes, edificio de 10 pisos en Quito.	Quito - Ecuador	2015
14	Carlos E. Pérez Benito	Análisis del comportamiento sísmico de una edificación empleando diferentes sistemas estructurales – Lima 2019	Lima – Perú	2019
15	Elí Quispe Ccoa Percy D. Apaza Aguilar	“Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción del edificio administrativo del distrito de Santa Lucía”	Juliaca – Perú	2017
16	Lucas J. Chasi Benavides	Análisis comparativo de un sistema aporticado y un Sistema de muros de ductilidad limitada y su incidencia en el costo beneficio	Ambato - Ecuador	2016

Nota: esta tabla muestra las fuentes de estudio, la cual se detallan los autores, el título de la investigación, el lugar y el año en que fue publicado.

**Tabla 3:**

*Investigaciones del Grupo de Estudio para Artículos*

Nº	AUTOR	TÍTULO	LUGAR	AÑO
1	Rosmery T. Anco Mamani Anibal R. Mamani Zapana Dina M. Cotrado Flores.	Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar con muros de ductilidad limitada.	Tacna – Perú	2021
2	F Araca LLanos L. Gómez Catacora A. Cahui Galarza	Influencia de la interacción suelo-estructura en el comportamiento de las viviendas aporticadas con zapatas aisladas en la ciudad de Juliaca.	Juliaca – Perú	2020
3	Ángel San Bartolomé Daniel Quiun	Propuesta normativa para el diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada.	Lima - Perú	2004
4	Luis F. Lasso Martínez Luis S. Pillajo Tello	Influencia del factor de reducción de resistencia sísmica (r) en edificaciones, utilizando los sistemas constructivos: dual losas postensadas-muros y tradicional.	Quito - Ecuador	2020
5	Alejandro Muñoz Marcos Tinman Daniel Quiun	Riesgo sísmico de edificios peruanos	Lima - Perú	2006
6	Luis W. Morales K. Manosalvas Chávez J. Tarapúes Marquínez	Comparación de respuestas estructurales entre los sistemas de muros de confinados (m2) y aporticado, implementando interacción suelo – estructura.	Quito – Ecuador	2018

La **técnica** utilizada para la **recolección de datos** fue la revisión documental, ya que en ésta investigación se recopilaron 16 fuentes mediante una revisión profunda de la bibliografía e investigaciones sobre el tema, para luego comparar las características o variables de estudio más importantes y llegar a un resultado relevante, según (Valencia, 2018), menciona que la revisión documental permite identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad, las autorías y sus discusiones; delinear el objeto de estudio; construir premisas de partida; consolidar autores para elaborar una base teórica; hacer

relaciones entre trabajos; rastrear preguntas y objetivos de investigación; observar las estéticas de los procedimientos (metodologías); establecer semejanzas y diferencias entre los trabajos y las ideas del investigador; categorizar experiencias; distinguir los elementos más abordados con sus esquemas observacionales; y precisar ámbitos no explorados.

Como **material de recolección de datos** se utilizaron ficha resumen y fichas de recolección de datos.

En la primera ficha de nombre “Ficha Resumen” se consideraron datos generales de cada estudio, como el título, autores, lugar, año de publicación, tipo de investigación, resumen, objetivos y conclusiones relevantes. Con el fin de recopilar información general y saber de qué trata cada estudio. (Ver anexo 01)

En la segunda ficha de nombre “Ficha de recolección de datos 1” se consideraron parámetros más específicos, sin incluir información de los análisis sísmicos, como el perfil del suelo, sistemas evaluados e información del presupuesto calculado ser el caso. A parte de la información básica como el título, lugar y el número de pisos de la edificación. Esta información nos permitirá clasificar los parámetros de acuerdo al número de niveles, la zona y tipo de suelo más adelante. (Ver anexo 02)

En la tercera ficha de nombre “Ficha de recolección de datos 2” se consideraron los parámetros estructurales: peso total de la edificación, irregularidades, coeficiente de reducción, factor de zona, factor de uso, factor de amplificación sísmica y factor de suelo; también recopilamos las consideraciones para el diseño: características de los materiales, módulo de Poisson, axial en muros, densidad en muros, momentos en muros y cortante en muros. Esta información nos permitió determinar las consideraciones empleadas en cada estudio. (Ver anexo 03)

En la cuarta ficha de nombre “Ficha de recolección de datos 3” se consideraron los parámetros de análisis sísmico, tales como: desplazamientos laterales, fuerza cortante en la

base, aceleración espectral, periodo fundamental de la estructura, fuerza cortante estática, fuerza cortante dinámica, efectos de torción, momento de volteo, fator de escala, desplazamiento máximo, desplazamiento máximo de entrepiso, máxima deriva, factor de seguridad tanto en la dirección x como en y con el fin de determinar las características de medición numérica para poder realizar una comparativa y llegar a un resultado relevante. (Ver anexo 04)

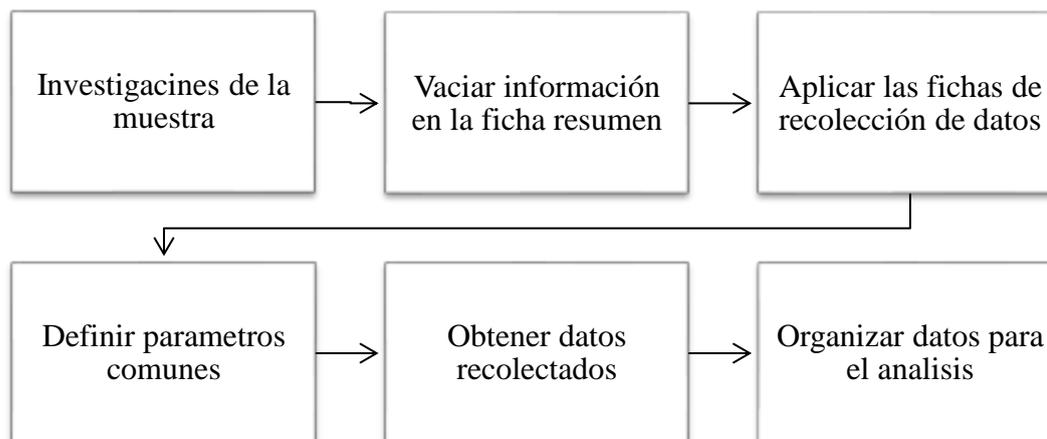
Si bien de las fichas se consideraron los siguientes **parámetros**: desplazamientos laterales, fuerza cortante en la base, aceleración espectral, periodo fundamental de la estructura, fuerza cortante estática, fuerza cortante dinámica, efectos de torción, momento de volteo, fator de escala, desplazamiento máximo, desplazamiento máximo de entrepiso, máxima deriva, factor de seguridad tanto en la dirección x como en y; solo se tomaron los parámetros sísmicos que posean más datos para análisis.

El **procedimiento** para la **recolección de datos** de esta investigación consistió en la aplicación de las fichas resumen a los estudios elegidos para la muestra, de los cuales se extrajeron datos que nos permitieron organizar las investigaciones seleccionadas de acuerdo al tipo de estudio, año de publicación, lugar y sistemas analizados. Luego, a esta misma muestra se le aplicó las fichas de recolección de datos para obtener los parámetros que utilizaron; finalmente se seleccionaron aquellos comunes, los cuales fueron ordenados y usados para el análisis de este estudio.

Para graficar mejor el proceso de recolección de datos se realizó el siguiente flujograma:

**Figura 10**

*Flujograma de Recolección de Datos*



Nota: Elaboración Propia

La **técnica de análisis de datos** es la estadística descriptiva, ya que se realizaron diversas tablas y gráficos para comparar datos obtenidos y caracterizar los sistemas en estudio, y según (Orellana, 2001) afirma que este tipo de estadística ofrece modos de presentar y evaluar las características principales de los datos a través de tablas, gráficos y medidas resúmenes.

El **material** para el **análisis de datos** fue las hojas de cálculo en Excel, ya que este programa te permite realizar tablas y gráficos a partir de parámetros principales obtenidos de las fichas de recolección de datos que se desee analizar.

De la recolección de datos se consideraron los siguientes **parámetros** comunes: desplazamiento máximo de entre piso, cortante basal, máximas derivas, fuerza cortante dinámica, fuerza cortante de la base estática, aceleración espectral, periodo fundamental y costo; los cuales sirvieron para realizar las comparaciones y desarrollar nuestra discusión, para así poder determinar el sistema con mejor respuesta estructural.

Para facilitar el análisis de la información se clasifico por medio de los siguientes **aspectos técnicos**:

Tipos de suelos: Se considero este aspecto ya que todos los estudios, de los que se

vaciaron los datos, se encuentran en el territorio peruano y regidos bajo la norma E.030 para diseño sísmico, lo cual implica que todas las estructuras pertenecen a alguno de los cinco tipos de perfiles de suelos detallados en el marco teórico. Sin embargo, la razón principal es que como indica (Araca Llanos, Gómez Catacora, Cahui Galarza, & Marín Mamani, 2020) en su artículo *“Influencia de la interacción suelo-estructura en el comportamiento de las viviendas aporticadas con zapatas aisladas en la ciudad de Juliaca”*, la respuesta estructural ante un sismo de un edificio se ve afectado por la interacción de tres componentes: el suelo, la cimentación y la estructura.

**Zona:** es importante tomar en cuenta la zona donde está ubicado el proyecto, ya que de esta depende el factor de riesgo sísmico según la normativa E.030, en el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas como se muestra en el marco teórico, siendo la zona 1 la distribución con menor sismicidad observada, y la zona 4 un alto riesgo de que ocurran estos fenómenos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)

**Sistema estructural:** Dados los diversos sistemas existentes fue necesario reducirlos. Por lo que, como se mencionó anteriormente, se tomaron los sistemas constructivos más comunes en el Perú, es decir muros de ductilidad limitada, aporticado, albañilería y dual. Además, para facilitar la comparativa se indica en cada tabla a que sistema pertenecen los datos recopilados.

**Área techada:** Este dato es relevante para la variación que pueden tener los resultados en esta investigación, sin embargo, no ha sido un parámetro definitivo para el análisis en estudio realizado.

**Peso:** Es importante ya que es una de las variables que se utilizan para determinar la cortante basal de la estructura, uno de los parámetros más importantes en el análisis sísmico, sin embargo, en esta investigación se ha considerado como un dato referente para la variación de los resultados.

Número de pisos: Debido a que es diferente es comportamiento sísmico de una vivienda de 1 o 2 niveles que el de una de 7 o 10, por ello se definieron términos específicos para ciertas cantidades de pisos, como: *edificaciones bajas* a de 1, 2 y 3 niveles, *edificaciones medias* de 5 niveles y *edificaciones altas* de 7, 8, 9 y 10 niveles. Cabe aclarar que los términos que se utilizaron en este aspecto se definieron para uso exclusivo de esta investigación y la facilitación del manejo de la información recopilada; por lo cual estas definiciones no deben ser generalizadas o asumidas para otros estudios.

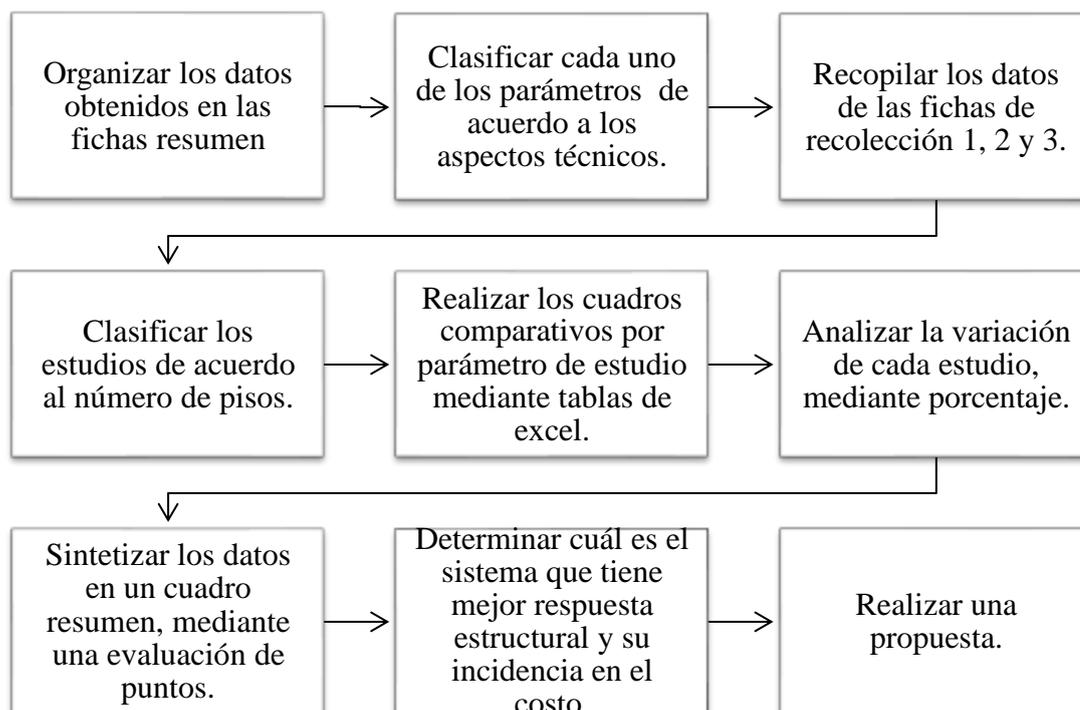
El **procedimiento** para el **análisis de datos** consistió, en primer lugar, recopilar los datos consignados en las fichas resumen y agruparlos mediante tablas en las hojas de Excel de acuerdo al tipo de sistema, el número de pisos y el tipo de suelo, para clasificarlos y poder hacer una comparativa entre ellos. En segundo lugar, se recopiló los datos en las fichas de recolección 1, 2 y 3 mencionadas anteriormente, con el fin de obtener la información relevante y necesaria para esta investigación. En tercer lugar, se clasificó los estudios de acuerdo al número de pisos de cada investigación, donde se tomó como alturas bajas a edificaciones de 1, 2 y 3 niveles, edificaciones medias de 5 niveles y edificaciones altas de 7, 8, 9 y 10 niveles. En cuarto lugar, se realizó los cuadros comparativos por parámetro de estudio, donde se consideró el tipo de sistema, el tipo de suelo, la zona, el área, el peso total como variables importantes para analizar la variación de cada estudio, mediante porcentaje considerando al valor menor como el 100% y restarle este valor al porcentaje con el valor mayor. Finalmente, se recopiló todos los datos anteriores para sintetizarla en un cuadro resumen mediante una evaluación de puntos que permita determinar cuál es el sistema que tiene mejor respuesta estructural y su incidencia en el costo para cada tipo de alturas; para realizar dicha evaluación se analizó cada uno de los parámetros de estudio y se le dio un puntaje mayor (3 puntos) a los sistemas que tengan mejor respuesta estructural y sean más económicos, obteniendo el menor puntaje (0 puntos) los sistemas que tienen un desempeño

sísmico menos favorable.

Para graficar mejor el proceso de análisis de datos de se realizó el siguiente flujograma:

**Figura 11**

*Flujograma de Análisis de Datos*



Nota: Elaboración Propia

Los **aspectos éticos** de esta investigación fueron principalmente la obtención de información de fuentes confiables, que sean de carácter público sin agredir la política de privacidad de los autores, respetando una política anti plagio, citando cada fuente utilizada. No se alteraron los datos obtenidos, respetando las investigaciones, resguardando la veracidad de los datos y resultados, presentando los datos sin alteración, respetando los trabajos previos utilizados para el desarrollo. Además, esta investigación resguarda la filosofía de diseño de la normativa E.030 de “Diseño sismorresistente”, considerando aspectos técnicos como la zona sísmica, el tipo de suelo, las irregularidades estructurales, la altura de la edificación, sistema estructural, área techada y peso, como variables importantes para el análisis de cada uno de los parámetros en estudio. Así mismo, se respetó el comportamiento estructural de cada una de

las investigaciones, ya que cada estudio, está sometido a diversos tipos de esfuerzos sísmicos y por consecuencia, el tipo de falla también será distinto.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

La investigación desarrollada sintetiza la información recopilada para cada parámetro en las siguientes tablas y diagramas.

**Tabla 4**

*Presupuestos del Grupo de Estudio*

N° TESIS	PARÁMETRO	N° PISOS	SISTEMAS				%	
			MDL	APORTICADO	ALBAÑILERÍA	DUAL		
3	Presupuesto	5	S/ 261,315.90		S/ 204,990.11		Albañilería	MDL
							100%	127%
4	Presupuesto	5			S/ 662,131.94	S/ 1,057,006.42	Albañilería	Dual
							100%	160%
5	Presupuesto	5	S/ 562,178.07		S/ 641,031.49		MDL	Albañilería
							100%	114%
8	Presupuesto	7	S/ 2,752,267.41			S/ 3,002,676.03	MDL	Dual
							100%	109%
9	Presupuesto	5	S/ 495,997.72	S/ 507,364.92			MDL	Aporticado
							100%	102%
10	Presupuesto	8	S/ 983,701.90			S/ 985,770.90	MDL	Dual
							100%	100.21%
12	Presupuesto	5	S/ 252,937.56		S/ 370,867.87		MDL	Albañilería
							100%	147%
16	Presupuesto	2	S/ 37,950.80	S/ 55,518.54			MDL	Aporticado
							100%	146%

*Nota:* (%) define la relación que hay entre los parámetros de los sistemas comparados en la tesis indicada, donde el sistema que posea el parámetro menor se definirá como 100% y el restante tomara el valor del porcentaje correspondiente respecto a al valor menor.

La tabla 4 contiene todos los presupuestos de las tesis encontradas que contaban con este parámetro, para poder comparar la relación que existe entre sistema y sistema se calculó los porcentajes por tesis, donde el 100% representa al presupuesto menor de cada par.

Comparación de presupuestos por el número de pisos:

**Tabla 5**

*Comparación de Presupuestos para Dos Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS	
	16	
Sistema Estructural	Aporticado	MDL
Tipo suelo	S2	
Zona (Z)	4	
Área Techada	131.44 m <sup>2</sup>	131.44 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	170.00 Tn	340.00 Tn
Presupuesto	S/	S/
	55,518.54	37,950.80
Presupuesto de Estructura	S/	S/
	55,518.54	37,950.80
% incidencia de Estructura	100%	100%
Presupuesto de Cimentaciones		
% incidencia de Cimentaciones		
Presupuesto de Arquitectura		
% incidencia de Arquitectura		
Presupuesto de Instalaciones		
% incidencia de Instalaciones		
Relación	MDL < Aporticado	
% Variación	46.29%	

Como podemos observar en la tabla 5 la tesis encontrada nos indica que el mayor costo fue del sistema aporticado, superando al presupuesto del sistema MDL por un aproximado del 46%.

**Tabla 6**

*Comparación de Presupuestos para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS					
	3		4		5	
Sistema Estructural	Albañilería	MDL	Albañilería	Dual	MDL	Albañilería
Tipo suelo	S2		S1		S2	
Zona (Z)	4		3		3	
Área Techada	190.00 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	264.14 m <sup>2</sup>	264.14 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	943.00 Tn	3041.00 Tn	1102.30 Tn	1527.35 Tn	632.03 Tn	691.86 Tn
Presupuesto	S/ 204,990.11	S/ 261,315.90	S/ 662,131.94	S/ 1,057,006.42	S/ 562,178.07	S/ 641,031.49
Presupuesto de Estructura	S/ 122,092.99	S/ 189,359.35	S/ 662,131.94	S/ 1,057,006.42	S/ 296,468.45	S/ 304,605.63
% incidencia de Estructura	60%	72%	100%	100%	53%	48%
Presupuesto de Cimentaciones	S/ 19,111.71	S/ 27,056.75	S/ 24,350.79	S/ 47,109.07	S/ 47,300.75	S/ 57,847.29
% incidencia de Cimentaciones	9%	10%	4%	4%	8%	9%
Presupuesto de Arquitectura	S/ 26,450.57		S/ 151,988.19	S/ 139,746.49	S/ 110,906.96	S/ 159,909.94
% incidencia de Arquitectura	13%		23%	13%	20%	25%
Presupuesto de Instalaciones						
% incidencia de Instalaciones						
Relación	Albañilería < MDL		Albañilería < Dual		MDL < Albañilería	
% Variación	27%		60%		14%	

**Tabla 7**
*Comparación de Presupuestos para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS			
	9		12	
Sistema Estructural	MDL	Aporticado	MDL	Albañilería
Tipo suelo	S2		S2	
Zona (Z)	3		4	
Área Techada	419.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	322.60 m <sup>2</sup>	322.60 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	986.65 Tn	986.65 Tn	1334.37 Tn	1334.37 Tn
Presupuesto	S/ 495,997.72	S/ 507,364.92	S/ 252,937.56	S/ 370,867.87
Presupuesto de Estructura	S/ 465,588.95	S/ 409,279.61	S/ 252,937.56	S/ 181,283.15
% incidencia de Estructura	94%	81%	100%	49%
Presupuesto de Cimentaciones				
% incidencia de Cimentaciones				
Presupuesto de Arquitectura	S/ 30,408.77	S/ 98,085.31		S/ 189,584.72
% incidencia de Arquitectura	6%	19%		51%
Presupuesto de Instalaciones				
% incidencia de Instalaciones				
Relación	MDL < Aporticado		MDL < Albañilería	
% Variación	2.29%		46.62%	

A partir de las tablas 6 y 7 entendemos que el sistema más económico es el MDL, seguido del sistema aporticado, luego el de albañilería y finalmente el sistema dual; sin embargo, como se nota de la tesis 3 este orden no es necesariamente fijo.

**Tabla 8**
*Comparación de Presupuestos para Siete Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS	
	8	
Sistema Estructural	MDL	Dual
Tipo suelo		S2
Zona (Z)		3
Área Techada	1015.03 m <sup>2</sup>	1015.03 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	5289.07 Tn	6061.40 Tn
Presupuesto	S/ 2,752,267.41	S/ 3,002,676.03
Presupuesto de Estructura	S/ 2,390,496.08	S/ 1,952,503.85
% incidencia de Estructura	87%	65%
Presupuesto de Cimentaciones	S/ 395,809.24	S/ 152,977.30
% incidencia de Cimentaciones	14%	5%
Presupuesto de Arquitectura	S/ 361,771.33	S/ 1,050,172.18
% incidencia de Arquitectura	13%	35%
Presupuesto de Instalaciones		
% incidencia de Instalaciones		
Relación	MDL < Dual	
% Variación	9.10%	

La tabla 8 la tesis encontrada nos indica que el mayor costo fue del sistema dual, superando al presupuesto del sistema MDL por 9.10%.

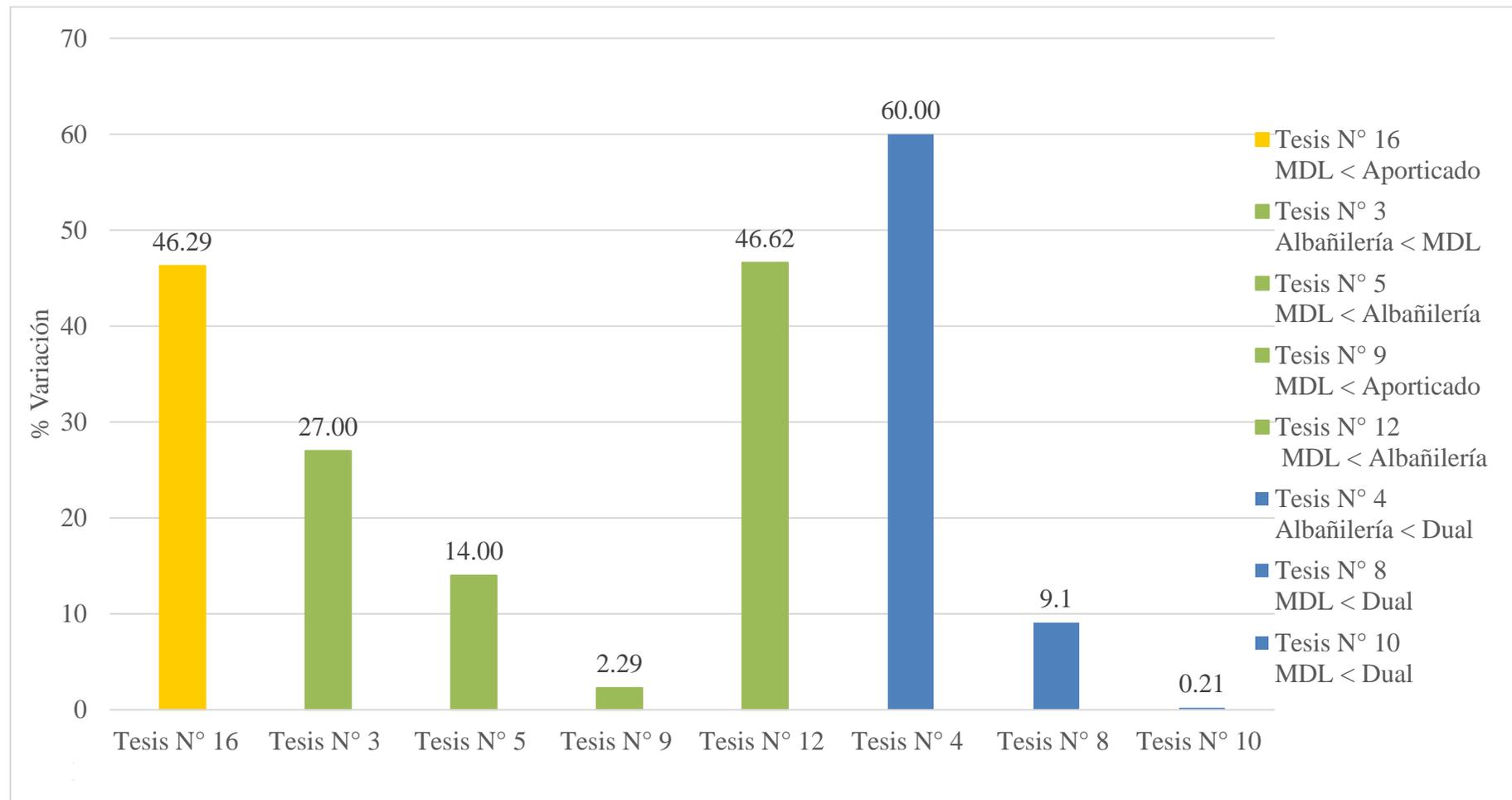
**Tabla 9**
*Comparación de Presupuestos para Ocho Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS	
	10	
Sistema Estructural	Dual	MDL
Tipo suelo		S1
Zona (Z)		4
Área Techada	451.00 m <sup>2</sup>	451.00 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	2681.00 Tn	2954.80 Tn
Presupuesto	S/ 985,770.90	S/ 983,701.90
Presupuesto de Estructura	S/ 840,836.20	S/ 983,701.90
% incidencia de Estructura	85%	100%
Presupuesto de Arquitectura	S/ 144,934.60	
% incidencia de Arquitectura	15%	
Presupuesto de Instalaciones		
% incidencia de Instalaciones		
Relación	MDL < Dual	
% Variación	0.21%	

La tabla 9 la tesis encontrada nos indica que el mayor costo fue del sistema dual, superando al presupuesto del sistema MDL por 2,069 soles equivalente al 0.21%.

**Tabla 10:**

*Comparación de la Variación de Presupuestos del Grupo de Estudio*



**Tabla 11**

*Desplazamiento Máximo de Entrepiso del Grupo de Estudio*

N° TESIS	PARÁMETRO		N° PISOS	SISTEMAS			%	
				MDL	APORTICADO	ALBAÑILERÍA		DUAL
5	Desplazamiento		5				MDL	Albañilería
	Máximo de	DIR X-X =		0.210		0.230	100%	110%
	Entrepiso (cm)	DIR Y-Y =		0.110		0.170	100%	155%
6	Desplazamiento		5				MDL	Albañilería
	Máximo de	DIR X-X =		0.00033		0.00031	106%	100%
	Entrepiso (cm)	DIR Y-Y =		0.00033		0.00047	100%	142%
9	Desplazamiento		5				MDL	Aporticado
	Máximo de	DIR X-X =		0.87090	1.10070		100%	126%
	Entrepiso (cm)	DIR Y-Y =		0.93720	1.34900		100%	144%
14	Desplazamiento		5				Albañilería	Aporticado
	Máximo de	DIR X-X =			3.80720	0.18710	100%	2035%
	Entrepiso (cm)	DIR Y-Y =			3.73400	0.04510	100%	8279%

*Nota:* (%) define la relación que hay entre los parámetros de los sistemas comparados en la tesis indicada, donde el sistema que posea el parámetro menor se definirá como 100% y el restante tomara el valor del porcentaje correspondiente respecto a al valor menor.

La tabla 11 contiene todos los desplazamientos máximos de entrepiso de las tesis encontradas que contaban con este parámetro, para poder comparar la relación que existe entre sistema y sistema se calculó los porcentajes por tesis, donde el 100% representa al desplazamiento máximo de entrepiso menor de cada par.

**Tabla 12**

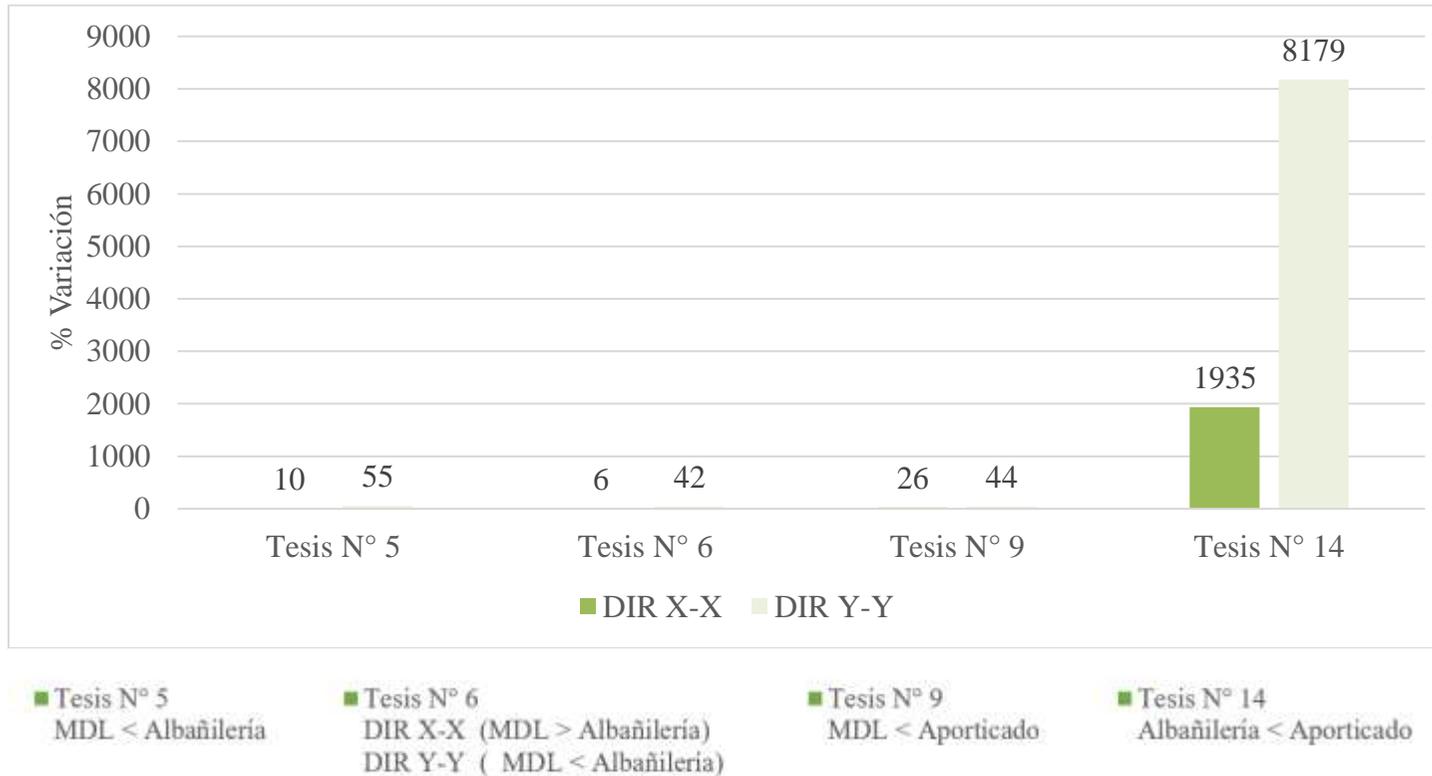
*Comparación de Desplazamiento Máximo de Entrepiso Promedio para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS								
	5		6		9		14		
Sistema Estructural	MDL		MDL		Aporticado		Aporticado		
Tipo suelo	Albañilería		Albañilería		Albañilería		Albañilería		
Zona (Z)	S2		S2		S2		S2		
Área Techada	3		4		3		4		
	142.50 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>	133.12 m <sup>2</sup>	133.12 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	160.00 m <sup>2</sup>	160.00 m <sup>2</sup>	
Peso Total (P)	632.03 Tn	691.86 Tn	827.39 Tn	883.88 Tn	267.38 Tn	267.38 Tn	1173.36 Tn	766.25 Tn	
Desplazamiento	DIR X-X =	0.21000	0.23000	0.00033	0.00031	0.87090	1.10070	0.18710	3.80720
Máximo de	DIR Y-Y =	0.11000	0.17000	0.00033	0.00047	0.93720	1.34900	0.04510	3.73400
Entrepiso (cm)									
Relación	DIR X-X =	MDL < Albañilería		MDL > Albañilería		MDL < Aporticado		Albañilería < Aporticado	
	DIR Y-Y =	MDL < Albañilería		MDL < Albañilería		MDL < Aporticado		Albañilería < Aporticado	
% Variación	DIR X-X =	10%		6%		26%		1935%	
	DIR Y-Y =	55%		42%		44%		8179%	

A partir de la tabla 12, podemos observar que el desplazamiento máximo de entrepiso fue mayor en el sistema aporticado, seguido de los sistemas MDL y albañilería, aunque estos dos no tienen un orden fijo en la dirección X; mientras que para Y el mayor es en el sistema aporticado en comparación al resto, seguido del sistema albañilería y finalmente MDL.

**Tabla 13:**

*Comparación de la Variación del Desplazamiento Máximo de Entrepiso del Grupo de Estudio*



**Tabla 14**

*Cortante Basal del Grupo de Estudio*

N° TESIS	PARÁMETRO		N° PISOS	SISTEMAS				%	
				MDL	APORTICADO	ALBAÑILERÍA	DUAL		
1	Cortante Basal	DIR X-X =	5		176.315		136.302	Dual	Aporticado
		DIR Y-Y =			169.522		138.265	100%	129%
2	Cortante Basal	DIR X-X =	3		54.510	86.170		Aporticado	Albañilería
		DIR Y-Y =			58.600	86.170		100%	158%
3	Cortante Basal	DIR X-X =	5	898.730		371.350		Albañilería	MDL
		DIR Y-Y =		898.730		371.350		100%	242%
6	Cortante Basal	DIR X-X =	5	244.337		347.887		MDL	Albañilería
		DIR Y-Y =		244.337		347.887		100%	142%
8	Cortante Basal	DIR X-X =	7	903.15			602.76	Dual	MDL
		DIR Y-Y =		903.15			602.76	100%	150%
13	Cortante Basal	DIR X-X =	10		778.070	1381.040		Aporticado	Albañilería
		DIR Y-Y =			778.070	1381.040		100%	177%
15	Cortante Basal	DIR X-X =	5		181.533	560.142		Aporticado	Albañilería
		DIR Y-Y =			181.533	560.142		100%	309%
16	Cortante Basal	DIR X-X =	2	2636.010	1203.960			Aporticado	MDL
		DIR Y-Y =		2636.010	1203.960			100%	219%

*Nota:* (%) define la relación que hay entre los parámetros de los sistemas comparados en la tesis indicada, donde el sistema que posea el parámetro menor se definirá como 100% y el restante tomara el valor del porcentaje correspondiente respecto a al valor menor.

La tabla 14 contiene todas las cortantes basales de las tesis encontradas que contaban con este parámetro, para poder comparar la relación que existe entre sistema y sistema se calculó los porcentajes por tesis, donde el 100% representa la cortante basal menor de cada par.

**Tabla 15**

*Comparación de Cortante Basal para Dos Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS	
	16	
Sistema Estructural	Aporticado	MDL
Tipo suelo	S2	
Zona (Z)	4	
Área Techada	131.44 m <sup>2</sup>	131.44 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	170.00 Tn	340.00 Tn
Cortante Basal (Tonf)	DIR X-X =	1203.96
	DIR Y-Y =	1203.96
Relación	DIR X-X =	Aporticado < MDL
	DIR Y-Y =	Aporticado < MDL
% Variación	DIR X-X =	119%
	DIR Y-Y =	119%

La tabla 15 muestra que la cortante basal mayor la posee el sistema MDL respecto del sistema aporticado, tanto en X como en Y.

**Tabla 16**

*Comparación de Cortante Basal para Tres Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS	
	2	
Sistema Estructural	Aporticado	Albañilería
Tipo suelo	S2	
Zona (Z)	3	
Área Techada	132.80 m <sup>2</sup>	132.80 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	397.16 Tn	228.62 Tn
Cortante Basal (Tonf)	DIR X-X =	54.51
	DIR Y-Y =	58.60
Relación	DIR X-X =	Aporticado < Albañilería
	DIR Y-Y =	Aporticado < Albañilería
% Variación	DIR X-X =	58%
	DIR Y-Y =	47%

La tabla 16 muestra que la cortante basal mayor la posee el sistema albañilería respecto del sistema aporticado, tanto en X como en Y.

**Tabla 17**

*Comparación de Cortante Basal para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS							
	1		3		6		15	
Sistema Estructural	Dual	Aporticado	Albañilería	MDL	MDL	Albañilería	Aporticado	Albañilería
Tipo suelo	S1		S2		S2		S2	
Zona (Z)	4		4		4		3	
Área Techada	323.20 m <sup>2</sup>	299.05 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	133.12 m <sup>2</sup>	133.12 m <sup>2</sup>	209.21 m <sup>2</sup>	209.21 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	708.05 Tn	635.38 Tn	943.00 Tn	3041.00 Tn	827.39 Tn	883.88 Tn	181.53 Tn	181.53 Tn
Cortante Basal (Tonf)	DIR X-X = 136.302	176.315	371.35	898.73	244.34	347.89	181.53	560.14
	DIR Y-Y = 138.265	169.522	371.35	898.73	244.34	347.89	181.53	560.14
Relación	DIR X-X = Dual < Aporticado		Albañilería < MDL		MDL < Albañilería		Aporticado < Albañilería	
	DIR Y-Y = Dual < Aporticado		Albañilería < MDL		MDL < Albañilería		Aporticado < Albañilería	
% Variación	DIR X-X = 29%		142%		42%		209%	
	DIR Y-Y = 23%		142%		42%		209%	

A partir de la tabla 17, podemos observar que el orden sugerido para el desplazamiento máximo de entrepiso fue primero el mayor en el sistema albañilería, seguido de los sistemas MDL, aporticado y dual; aunque esto no es fijo ni en la dirección X ni en la dirección Y, la cual sugiere el mismo orden.

**Tabla 18**

*Comparación de Cortante Basal para Siete Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		8	
Sistema Estructural		Dual	MDL
Tipo suelo		S2	
Zona (Z)		3	
Área Techada		1015.03 m <sup>2</sup>	1015.03 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		5289.07 Tn	6061.40 Tn
Cortante Basal (Tonf)	DIR X-X =	602.76	903.15
	DIR Y-Y =	602.76	903.15
Relación	DIR X-X =	Dual < MDL	
	DIR Y-Y =	Dual < MDL	
% Variación	DIR X-X =	50%	
	DIR Y-Y =	50%	

La tabla 18, podemos observar que la mayor cortante basal fue en el sistema MDL en comparación al sistema dual, tanto en X como en Y por una distancia relativamente considerable.

**Tabla 19**

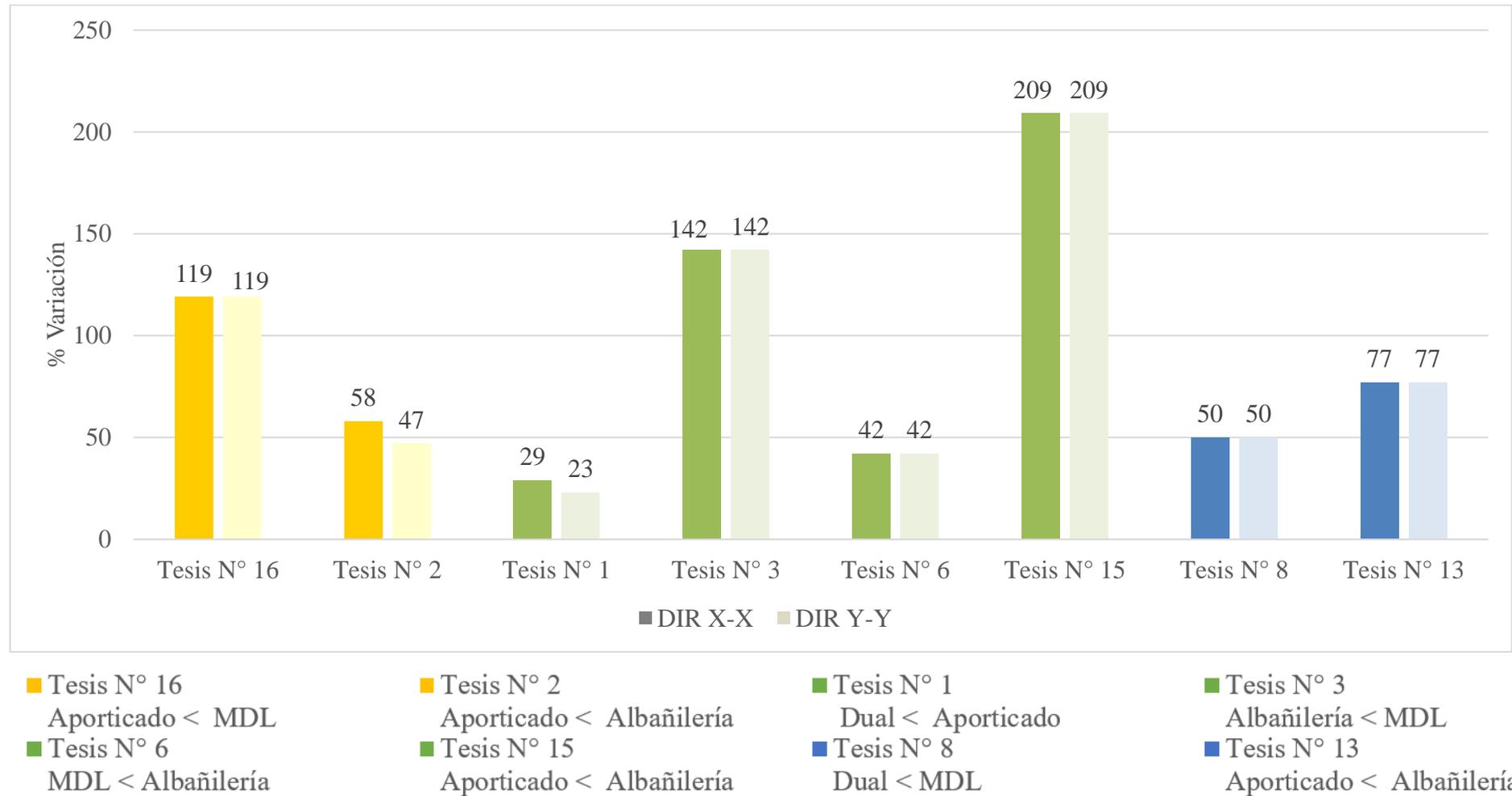
*Comparación de Cortante Basal para Diez Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		13	
Sistema Estructural		Aporticado	Albañilería
Tipo suelo		S1	
Zona (Z)		4	
Área Techada		503.00 m <sup>2</sup>	503.00 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		5221.96 Tn	5802.71 Tn
Cortante Basal (Tonf)	DIR X-X =	778.07	1381.04
	DIR Y-Y =	778.07	1381.04
Relación	DIR X-X =	Aporticado < Albañilería	
	DIR Y-Y =	Aporticado < Albañilería	
% Variación	DIR X-X =	77%	
	DIR Y-Y =	77%	

La tabla 19, podemos observar que la mayor cortante basal fue en el sistema de albañilería en comparación al sistema aporticado, tanto en X como en Y por una distancia relativamente considerable.

**Tabla 20:**

*Comparación de la Variación del Cortante Basal del Grupo de Estudio*



**Tabla 21**

*Máxima Deriva del Grupo de Estudio*

N° TESIS	PARÁMETRO	N° PISOS	SISTEMAS				%		
			MDL	APORTICADO	ALBAÑILERÍA	DUAL			
1	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	5		0.00580 0.00560		0.00320 0.00440	Dual	Aporticado
								100%	181%
2	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	3		0.00688 0.00499	0.00170 0.00100		Albañilería	Aporticado
								100%	405%
3	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	5	0.00058 0.00022	0.00480 0.00210			MDL	Albañilería
								100%	828%
4	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	5			0.00036 0.00034	0.00054 0.00053	Albañilería	Dual
								100%	149%
5	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	5	0.00170 0.00090	0.00170 0.00140			MDL	Albañilería
								100%	100%
6	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	5	0.00033 0.00033	0.00031 0.00047			MDL	Albañilería
								106%	100%
8	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	7	0.00120 0.00110			0.00620 0.00620	MDL	Dual
								100%	517%
9	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	5	0.00251 0.00260	0.00698 0.00829			MDL	Aporticado
								100%	278%
10	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	8	0.00030 0.00008			0.00488 0.00651	MDL	Dual
								100%	1643%
13	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	10		0.01440 0.01470	0.00868 0.00120		Albañilería	Aporticado
								100%	166%
14	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	5		0.00215 0.00657	0.00049 0.00017		Albañilería	Aporticado
								100%	436%
15	Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =	5		0.00680 0.00680	0.00328 0.00328		Albañilería	Aporticado
								100%	208%

16			2			Aporticado	MDL
	Máxima Deriva	DIR X-X =		0.00207	0.00003	100%	5937%
		DIR Y-Y =		0.00232	0.00003	100%	8956%

*Nota:* (%) define la relación que hay entre los parámetros de los sistemas comparados en la tesis indicada, donde el sistema que posea el parámetro menor se definirá como 100% y el restante tomara el valor del porcentaje correspondiente respecto a al valor menor.

La tabla 21 contiene todas las máximas derivas de las tesis encontradas que contaban con este parámetro, para poder comparar la relación que existe entre sistema y sistema se calculó los porcentajes por tesis, donde el 100% representa la deriva menor de cada par.

**Tabla 22**
*Comparación de Máxima Deriva para Dos Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		16	
Sistema Estructural		Aporticado	MDL
Tipo suelo		S2	
Zona (Z)		4	
Área Techada		131.44 m <sup>2</sup>	131.44 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		170.00 Tn	340.00 Tn
Máxima Deriva	DIR X-X =	0.00003	0.00207
	DIR Y-Y =	0.00003	0.00232
Relación	DIR X-X =	Aporticado < MDL	
	DIR Y-Y =	Aporticado < MDL	
% Variación	DIR X-X =	5837%	
	DIR Y-Y =	8856%	

La tabla 22, podemos observar que la deriva máxima mayor fue del sistema MDL en comparación al sistema aporticado, tanto en X como en Y por un valor muy considerable.

**Tabla 23**
*Comparación de Máxima Deriva para Tres Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		2	
Sistema Estructural		Albañilería	Aporticado
Tipo suelo		S2	
Zona (Z)		3	
Área Techada		132.80 m <sup>2</sup>	132.80 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		228.62 Tn	397.16 Tn
Máxima Deriva	DIR X-X =	0.00170	0.00688
	DIR Y-Y =	0.00100	0.00499
Relación	DIR X-X =	Albañilería < Aporticado	
	DIR Y-Y =	Albañilería < Aporticado	
% Variación	DIR X-X =	305%	
	DIR Y-Y =	399%	

En la tabla 23, podemos ver que la deriva máxima mayor fue del sistema aporticado en comparación al sistema de albañilería, tanto en X como en Y.

**Tabla 24**

PARÁMETRO	N° TESIS								<i>Comp aració n de Máxi ma Deriv a para Cinco</i>
	1		3		4		5		
Sistema Estructural	Dual	Aporticado	MDL	Albañilería	Albañilería	Dual	MDL	Albañilería	
Tipo suelo	S1		S2		S1		S2		
Zona (Z)	4		4		3		3		
Área Techada	323.20 m <sup>2</sup>	299.05 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	264.14 m <sup>2</sup>	264.14 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>	
Peso Total (P)	708.05 Tn	635.38 Tn	3041.00 Tn	943.00 Tn	1102.30 Tn	1527.35 Tn	632.03 Tn	691.86 Tn	
Máxima Deriva	DIR X-X =	0.00320	0.00580	0.00058	0.00480	0.00036	0.00054	0.00170	0.00170
Relación	DIR Y-Y =	0.00440	0.00560	0.00022	0.00210	0.00034	0.00053	0.00090	0.00140
	DIR X-X =	Dual < Aporticado		MDL < Albañilería		Albañilería < Dual		MDL < Albañilería	
	DIR Y-Y =	Dual < Aporticado		MDL < Albañilería		Albañilería < Dual		MDL < Albañilería	
% Variación	DIR X-X =	81%		728%		49%		0%	
	DIR Y-Y =	27%		855%		55%		56%	

*Pisos*

**Tabla 25**

*Comparación de Máxima Deriva para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS								
	6		9		14		15		
Sistema Estructural	MDL	Albañilería	MDL	Aporticado	Albañilería	Aporticado	Albañilería	Aporticado	
Tipo suelo	S2		S2		S2		S2		
Zona (Z)	4		3		4		3		
Área Techada	133.12 m <sup>2</sup>	133.12 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	160.00 m <sup>2</sup>	160.00 m <sup>2</sup>	209.21 m <sup>2</sup>	209.21 m <sup>2</sup>	
Peso Total (P)	827.39 Tn	883.88 Tn	986.65 Tn	986.65 Tn	1173.36 Tn	766.25 Tn	181.53 Tn	181.53 Tn	
Máxima Deriva	DIR X-X =	0.00033	0.00031	0.00251	0.00698	0.00049	0.00215	0.00328	0.00680
	DIR Y-Y =	0.00033	0.00047	0.00260	0.00829	0.00017	0.00657	0.00328	0.00680
Relación	DIR X-X =	MDL > Albañilería		MDL < Aporticado		Albañilería < Aporticado		Albañilería < Aporticado	
	DIR Y-Y =	MDL < Albañilería		MDL < Aporticado		Albañilería < Aporticado		Albañilería < Aporticado	
% Variación	DIR X-X =	6%		178%		336%		108%	
	DIR Y-Y =	42%		220%		3780%		108%	

De las Tablas 24 y 25, podemos inferir la jerarquía en X de mayor a menor en la cual se sugiere que la máxima deriva mayor le pertenece al sistema aporticado, seguido del sistema dual, albañilería y finalmente MDL, aunque estos últimos dos pueden variar de orden. Por otro lado, la jerarquía en Y de mayor a menor se sugiere que la máxima deriva mayor le pertenece al sistema aporticado, seguido del sistema dual, albañilería y finalmente MDL.

**Tabla 26**

*Comparación de Máxima Deriva para Siete Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS	
	8	
Sistema Estructural	MDL	Dual
Tipo suelo	S2	
Zona (Z)	3	
Área Techada	1015.03 m <sup>2</sup>	1015.03 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	6061.40 Tn	5289.07 Tn
Máxima Deriva	DIR X-X =	0.00120
	DIR Y-Y =	0.00620
Relación	DIR X-X =	MDL < Dual
	DIR Y-Y =	MDL < Dual
% Variación	DIR X-X =	417%
	DIR Y-Y =	464%

A partir de la tabla 26, podemos observar que la máxima deriva de los dos sistemas fue el dual por una variación considerable tanto en X como en Y del sistema MDL

**Tabla 27**

*Comparación de Máxima Deriva para Ocho Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		10	
Sistema Estructural		MDL	Dual
Tipo suelo		S1	
Zona (Z)		4	
Área Techada		451.00 m <sup>2</sup>	451.00 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		2954.80 Tn	2681.00 Tn
Máxima Deriva	DIR X-X =	0.00030	0.00488
	DIR Y-Y =	0.00008	0.00651
Relación	DIR X-X =	MDL < Dual	
	DIR Y-Y =	MDL < Dual	
% Variación	DIR X-X =	1543%	
	DIR Y-Y =	8576%	

De la tabla 27, podemos observar que la máxima deriva de los dos sistemas fue el dual por una distancia muy considerable tanto en X como en Y del sistema MDL.

**Tabla 28**

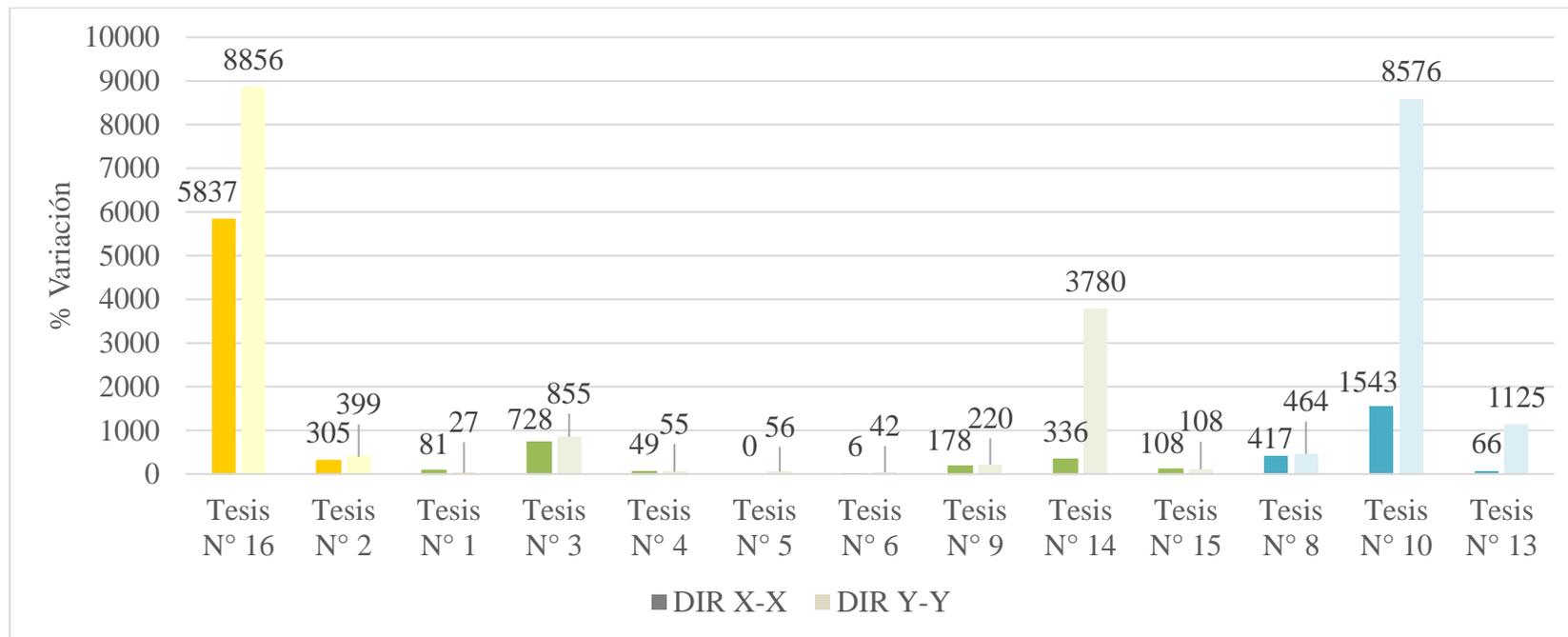
*Comparación de Máxima Deriva para Diez Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		13	
Sistema Estructural		Albañilería	Aporticado
Tipo suelo		S1	
Zona (Z)		4	
Área Techada		503.00 m <sup>2</sup>	503.00 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		5802.71 Tn	5221.96 Tn
Máxima Deriva	DIR X-X =	0.00868	0.01440
	DIR Y-Y =	0.00120	0.01470
Relación	DIR X-X =	Albañilería < Aporticado	
	DIR Y-Y =	Albañilería < Aporticado	
% Variación	DIR X-X =	66%	
	DIR Y-Y =	1125%	

En la tabla 28, podemos observar que la máxima deriva de los dos sistemas fue el aporticado por una distancia considerable tanto en X como en Y del sistema albañilería.

**Tabla 29:**

*Comparación de la Variación de la Máxima Deriva del Grupo de Estudio*



■ Tesis N° 16  
Aporticado < MDL

■ Tesis N° 4  
Albañilería < Dual

■ Tesis N° 14  
Albañilería < Aporticado

■ Tesis N° 13  
Albañilería < Aporticado

■ Tesis N° 2  
Albañilería < Aporticado

■ Tesis N° 5  
MDL < Albañilería

■ Tesis N° 15  
Albañilería < Aporticado

■ Tesis N° 1  
Dual < Aporticado

■ Tesis N° 6  
DIR X-X (MDL > Albañilería)  
DIR Y-Y (MDL < Albañilería)

■ Tesis N° 8  
MDL < Dual

■ Tesis N° 3  
MDL < Albañilería

■ Tesis N° 9  
MDL < Aporticado

■ Tesis N° 10  
MDL < Dual

**Tabla 30**

*Fuerza Cortante Dinámica del Grupo de Estudio*

N° TESIS	PARÁMETRO		N° PISOS	SISTEMAS				%	
				MDL	Aporticado	Albañilería	Dual		
1	Fuerza Cortante	DIR X-X =	5		176.315		136.302	Dual	Aporticado
	Dinámica (Tn)	DIR Y-Y =			169.522		138.265	100%	129%
3	Fuerza Cortante	DIR X-X =	5	721.500		311.620		Albañilería	MDL
	Dinámica (Tn)	DIR Y-Y =		728.500		309.780		100%	232%
5	Fuerza Cortante	DIR X-X =	5	195.440		143.390		Albañilería	MDL
	Dinámica (Tn)	DIR Y-Y =		176.100		131.790		100%	136%
6	Fuerza Cortante	DIR X-X =	5	101.850		225.460		MDL	Albañilería
	Dinámica (Tn)	DIR Y-Y =		115.650		582.690		100%	221%
7	Fuerza Cortante	DIR X-X =	5	291.100		410.200		MDL	Albañilería
	Dinámica (Tn)	DIR Y-Y =		333.200		525.300		100%	141%
8	Fuerza Cortante	DIR X-X =	7	808.250			579.650	Dual	MDL
	Dinámica (Tn)	DIR Y-Y =		765.650			570.740	100%	139%
9	Fuerza Cortante	DIR X-X =	5	174.131	179.635			MDL	Aporticado
	Dinámica (Tn)	DIR Y-Y =		207.855	214.666			100%	103%
10	Fuerza Cortante	DIR X-X =	8	600.700			209.900	Dual	MDL
	Dinámica (Tn)	DIR Y-Y =		628.800			165.500	100%	286%
13	Fuerza Cortante	DIR X-X =	10		622.460	1104.830		Aporticado	Albañilería
	Dinámica (Tn)	DIR Y-Y =			49.801	60.418		100%	177%

*Nota:* (%) define la relación que hay entre los parámetros de los sistemas comparados en la tesis indicada, donde el sistema que posea el parámetro menor se

definirá como 100% y el restante tomara el valor del porcentaje correspondiente respecto a al valor menor.

La tabla 30 contiene todas fuerzas cortantes dinámicas de las tesis encontradas que contaban con este parámetro, para poder comparar la relación que existe entre sistema y sistema se calculó los porcentajes por tesis, donde el 100% representa la deriva menor de cada par.

**Tabla 31**

*Comparación de Fuerza Cortante Dinámica para Cinco Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS					
		1		3		5	
Sistema Estructural		Dual	Aporticado	Albañilería	MDL	Albañilería	MDL
Tipo suelo		S1		S2		S2	
Zona (Z)		4		4		3	
Área Techada		323.20 m <sup>2</sup>	299.05 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		708.05 Tn	635.38 Tn	943.00 Tn	3041.00 Tn	691.86 Tn	632.03 Tn
Fuerza Cortante Dinámica (Tn)	DIR X-X =	136.302	176.315	311.62	721.50	143.39	195.44
	DIR Y-Y =	138.265	169.522	309.78	728.50	131.79	176.10
Relación	DIR X-X =	Dual < Aporticado		Albañilería < MDL		Albañilería < MDL	
	DIR Y-Y =	Dual < Aporticado		Albañilería < MDL		Albañilería < MDL	
% Variación	DIR X-X =	29%		132%		36%	
	DIR Y-Y =	23%		135%		34%	

**Tabla 32**

*Comparación de Fuerza Cortante Dinámica para Cinco Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS					
		6		7		9	
Sistema Estructural		MDL	Albañilería	MDL	Albañilería	MDL	Aporticado
Tipo suelo		S2		S3		S2	
Zona (Z)		4		4		3	
Área Techada		133.12 m <sup>2</sup>	133.12 m <sup>2</sup>	230.00 m <sup>2</sup>	230.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		827.39 Tn	883.88 Tn	1265.00 Tn	1381.40 Tn	267.38 Tn	267.38 Tn
Fuerza Cortante Dinámica (Tn)	DIR X-X =	101.85	225.46	291.10	410.20	174.13	179.64
	DIR Y-Y =	115.65	582.69	333.20	525.30	207.86	214.67
Relación	DIR X-X =	MDL < Albañilería		MDL < Albañilería		MDL < Aporticado	
	DIR Y-Y =	MDL < Albañilería		MDL < Albañilería		MDL < Aporticado	
% Variación	DIR X-X =	121%		41%		3%	
	DIR Y-Y =	404%		58%		3%	

La tabla 31 y 32 podemos observar que la fuerza cortante dinámica sugiere que en X fue mayor el sistema aporticado, seguido del sistema albañilería luego el sistema MDL y finalmente el dual; sin embargo, este orden no es nada fijo ni claro y la misma jerarquía imprecisa tiene Y.

**Tabla 33**

*Comparación de Fuerza Cortante Dinámica para Siete Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS	
	8	
Sistema Estructural	Dual	MDL
Tipo suelo	S2	
Zona (Z)	3	
Área Techada	1015.03 m <sup>2</sup>	1015.03 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	5289.07 Tn	6061.40 Tn
Fuerza Cortante Dinámica (Tn)	DIR X-X = 579.65	808.25
	DIR Y-Y = 570.74	765.65
Relación	DIR X-X =	Dual < MDL
	DIR Y-Y =	Dual < MDL
% Variación	DIR X-X =	39%
	DIR Y-Y =	34%

En la tabla 33, podemos observar que la fuerza cortante dinámica mayor de los dos sistemas fue el MDL tanto en X como en Y respecto del sistema dual.

**Tabla 34**

*Comparación de Fuerza Cortante Dinámica para Ocho Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS	
	10	
Sistema Estructural	Dual	MDL
Tipo suelo	S1	
Zona (Z)	4	
Área Techada	451.00 m <sup>2</sup>	451.00 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	2681.00 Tn	2954.80 Tn
Fuerza Cortante Dinámica (Tn)	DIR X-X = 209.90	600.70
	DIR Y-Y = 165.50	628.80
Relación	DIR X-X =	Dual < MDL
	DIR Y-Y =	Dual < MDL
% Variación	DIR X-X =	186%
	DIR Y-Y =	280%

En la tabla 34, podemos observar que la fuerza cortante dinámica mayor de los dos sistemas fue el MDL en tanto en X como en Y del sistema dual.

**Tabla 35**

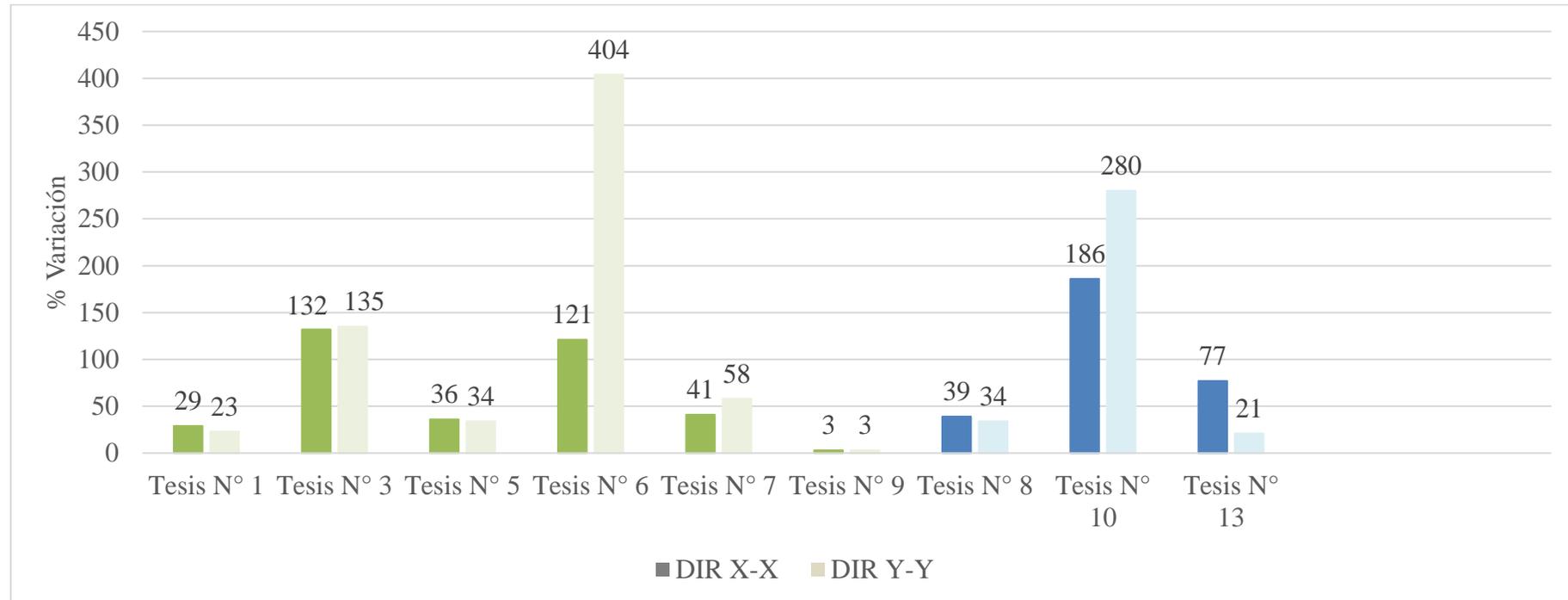
*Comparación de Fuerza Cortante Dinámica para Diez Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		13	
Sistema Estructural		Aporticado	Albañilería
Tipo suelo		S1	
Zona (Z)		4	
Área Techada		503.00 m <sup>2</sup>	503.00 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		5221.96 Tn	5802.71 Tn
Fuerza Cortante Dinámica (Tn)	DIR X-X =	622.46	1104.83
	DIR Y-Y =	49.80	60.42
Relación	DIR X-X =	Aporticado < Albañilería	
	DIR Y-Y =	Aporticado < Albañilería	
% Variación	DIR X-X =	77%	
	DIR Y-Y =	21%	

De la tabla 35, podemos observar que la fuerza cortante dinámica mayor de los dos sistemas fue el de albañilería tanto en X como en Y del sistema aporticado

**Tabla 36:**

*Comparación de la Variación de la Fuerza Cortante Dinámica del Grupo de Estudio*



■ Tesis N° 1  
Dual < Aporticado

■ Tesis N° 6  
MDL < Albañilería

■ Tesis N° 8  
Dual < MDL

■ Tesis N° 3  
Albañilería < MDL

■ Tesis N° 7  
MDL < Albañilería

■ Tesis N° 10  
Dual < MDL

■ Tesis N° 5  
Albañilería < MDL

■ Tesis N° 9  
MDL < Aporticado

■ Tesis N° 13  
Aporticado < Albañilería

**Tabla 37**

*Fuerza Cortante en la Base del Grupo de Estudio*

N° TESIS	PARÁMETRO		N° PISOS	SISTEMAS				%	
				MDL	Aporticado	Albañilería	Dual		
16	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	2	2636.010	1203.960			Aporticado	MDL
		DIR Y-Y =		2636.010	1203.960			100%	219%
2	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	3		54.510	86.170		Aporticado	Albañilería
		DIR Y-Y =			58.600	86.170		100%	158%
1	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	5		89.350		113.793	Aporticado	Dual
		DIR Y-Y =			89.350		113.793	100%	127%
3	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	5	898.730		371.350		Albañilería	MDL
		DIR Y-Y =		898.730		371.350		100%	242%
4	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	5			175.040	212.130	Albañilería	Dual
		DIR Y-Y =				175.040	212.130	100%	121%
5	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	5	252.810		184.500		Albañilería	MDL
		DIR Y-Y =		252.810		184.500		100%	137%
6	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	5	244.337		347.887		MDL	Albañilería
		DIR Y-Y =		244.337		347.887		100%	142%
7			5					MDL	Albañilería

9	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	439.300		665.300	100%	151%
		DIR Y-Y =	439.300		665.300	100%	151%
12	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	994.550	741.435		Aporticado	MDL
		DIR Y-Y =	1168.210	872.276		100%	134%
14	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	300.230		182.060	100%	165%
		DIR Y-Y =	300.230		182.060	100%	165%
15	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =		113.141	231.005	Aporticado	Albañilería
		DIR Y-Y =		113.141	231.005	100%	204%
8	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =		181.533	560.142	100%	309%
		DIR Y-Y =		181.533	560.142	100%	309%
10	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	1128.94		753.45	Dual	MDL
		DIR Y-Y =	1128.94		753.45	100%	150%
13	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	830.980		256.100	Dual	MDL
		DIR Y-Y =	830.980		211.800	100%	324%
13	Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =		778.070	1381.040	Aporticado	Albañilería
		DIR Y-Y =		778.070	1381.040	100%	177%

*Nota:* (%) define la relación que hay entre los parámetros de los sistemas comparados en la tesis indicada, donde el sistema que posea el parámetro menor se definirá como 100% y el restante tomara el valor del porcentaje correspondiente respecto a al valor menor.

La tabla 37 muestra todos los datos recopilados acerca de la fuerza cortante en la base de las estructuras revisadas en el grupo de estudio, además se consideró como 100% a la tesis que presenta la menor fuerza cortante en la base para sacar una variación entre los sistemas.

**Tabla 38**

*Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Dos Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		16	
Sistema Estructural		APORTICADO	MDL
Tipo suelo		S2	
Zona (Z)		4	
Área Techada		131.44 m <sup>2</sup>	131.44 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		170.00 Tn	340.00 Tn
Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	1203.96	2636.01
	DIR Y-Y =	1203.96	2636.01
Relación	DIR X-X =	Aporticado < MDL	
	DIR Y-Y =	Aporticado < MDL	
% Variación	DIR X-X =	119%	
	DIR Y-Y =	119%	

En la tabla 38, se muestra la variación entre el sistema aporticado y el MDL con respecto a la fuerza cortante para una edificación de dos pisos, el cual es mayor en el sistema MDL tanto en la dirección X como en Y.

**Tabla 39**

*Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Tres Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		2	
Sistema Estructural		Aporticado	Albañilería
Tipo suelo		S2	
Zona (Z)		3	
Área Techada		132.80 m <sup>2</sup>	132.80 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		397.16 Tn	228.62 Tn
Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	54.51	86.17
	DIR Y-Y =	58.60	86.17
Relación	DIR X-X =	Aporticado < Albañilería	
	DIR Y-Y =	Aporticado < Albañilería	
% Variación	DIR X-X =	58%	
	DIR Y-Y =	47%	

En la tabla 39, se muestra la variación entre el sistema aporticado y albañilería con respecto a la fuerza cortante para una edificación de tres pisos, el cual es mayor en el sistema de albañilería tanto en la dirección X como en Y.

**Tabla 40**

*Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS							
	1		3		4		5	
Sistema Estructural	Aporticado	Dual	Albañilería	MDL	Albañilería	Dual	Albañilería	MDL
Tipo suelo	S1		S2		S1		S2	
Zona (Z)	4		4		3		3	
Área Techada	299.05 m <sup>2</sup>	323.20 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	264.14 m <sup>2</sup>	264.14 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	635.38 Tn	708.05 Tn	943.00 Tn	3041.00 Tn	1102.30 Tn	1527.35 Tn	691.86 Tn	632.03 Tn
Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X = 89.350	113.793	371.35	898.73	175.04	212.13	184.50	252.81
	DIR Y-Y = 89.350	113.793	371.35	898.73	175.04	212.13	184.50	252.81
Relación	DIR X-X = Aporticado < Dual	Albañilería < MDL		Albañilería < Dual		Albañilería < MDL		
	DIR Y-Y = Aporticado < Dual	Albañilería < MDL		Albañilería < Dual		Albañilería < MDL		
% Variación	DIR X-X = 27%	142%		21%		37%		
	DIR Y-Y = 27%	142%		21%		37%		

**Tabla 41**

*Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS							
	6		7		9		12	
Sistema Estructural	MDL	Albañilería	MDL	Albañilería	Aporticado	MDL	Albañilería	MDL
Tipo suelo	S2		S3		S2		S2	
Zona (Z)	4		4		3		4	
Área Techada	133.12 m <sup>2</sup>	133.12 m <sup>2</sup>	230.00 m <sup>2</sup>	230.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	322.60 m <sup>2</sup>	322.60 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	827.39 Tn	883.88 Tn	1265.00 Tn	1381.40 Tn	986.65 Tn	986.65 Tn	1334.47 Tn	1334.47 Tn
Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X = 244.34	347.89	439.30	665.30	741.44	994.55	182.06	300.23
	DIR Y-Y = 244.34	347.89	439.30	665.30	872.28	1168.21	182.06	300.23
Relación	DIR X-X = MDL < Albañilería	MDL < Albañilería		Aporticado < MDL		Albañilería < MDL		
	DIR Y-Y = MDL < Albañilería	MDL < Albañilería		Aporticado < MDL		Albañilería < MDL		
% Variación	DIR X-X = 42%	51%		34%		65%		
	DIR Y-Y = 42%	51%		34%		65%		

**Tabla 42**

*Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS			
	14		15	
Sistema Estructural	Aporticado	Albañilería	Aporticado	Albañilería
Tipo suelo	S2		S2	
Zona (Z)	4		3	
Área Techada	160.00 m <sup>2</sup>	160.00 m <sup>2</sup>	209.21 m <sup>2</sup>	209.21 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	766.25 Tn	1173.36 Tn	181.53 Tn	181.53 Tn
Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	113.14	231.01	181.53
	DIR Y-Y =	113.14	231.01	181.53
Relación	DIR X-X =	Albañilería < Aporticado		Aporticado < Albañilería
	DIR Y-Y =	Albañilería < Aporticado		Aporticado < Albañilería
% Variación	DIR X-X =	104%		209%
	DIR Y-Y =	104%		209%

En las tablas 40, 41 y 42, podemos observar que el sistema que presenta mayor fuerza cortante en la base es albañilería, seguido del aporticado y MDL en orden de jerarquía tanto en la dirección X como en Y para una edificación de 5 pisos.

**Tabla 43**

*Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Siete Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS	
	8	
Sistema Estructural	Dual	MDL
Tipo suelo	S2	
Zona (Z)	3	
Área Techada	1015.03 m <sup>2</sup>	1015.03 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)	5289.07 Tn	6061.40 Tn
Fuerza Cortante en la base (Tn)	DIR X-X =	753.45
	DIR Y-Y =	1128.94
Relación	DIR X-X =	Dual < MDL
	DIR Y-Y =	Dual < MDL
% Variación	DIR X-X =	50%
	DIR Y-Y =	50%

En la tabla 43, se muestra la variación entre el sistema dual y MDL con respecto a la fuerza cortante para una edificación de siete pisos, el cual es mayor en el sistema MDL tanto en la dirección X como en Y.

**Tabla 44**

*Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Ocho Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		Dual	MDL
Sistema Estructural			
Tipo suelo		10	
Zona (Z)		S1	
Área Techada		4	
Peso Total (P)		451.00 m <sup>2</sup>	451.00 m <sup>2</sup>
Fuerza Cortante en la base (Tn)		2681.00 Tn	2954.80 Tn
Relación	DIR X-X =	256.10	830.98
	DIR Y-Y =	211.80	830.98
% Variación	DIR X-X =	Dual < MDL	
	DIR Y-Y =	Dual < MDL	
		224%	
		292%	

En la tabla 44, se muestra la variación entre el sistema Dual y MDL de la fuerza cortante para una edificación de ocho pisos, el cual es mayor en el sistema MDL tanto en la dirección X como en Y.

**Tabla 45**

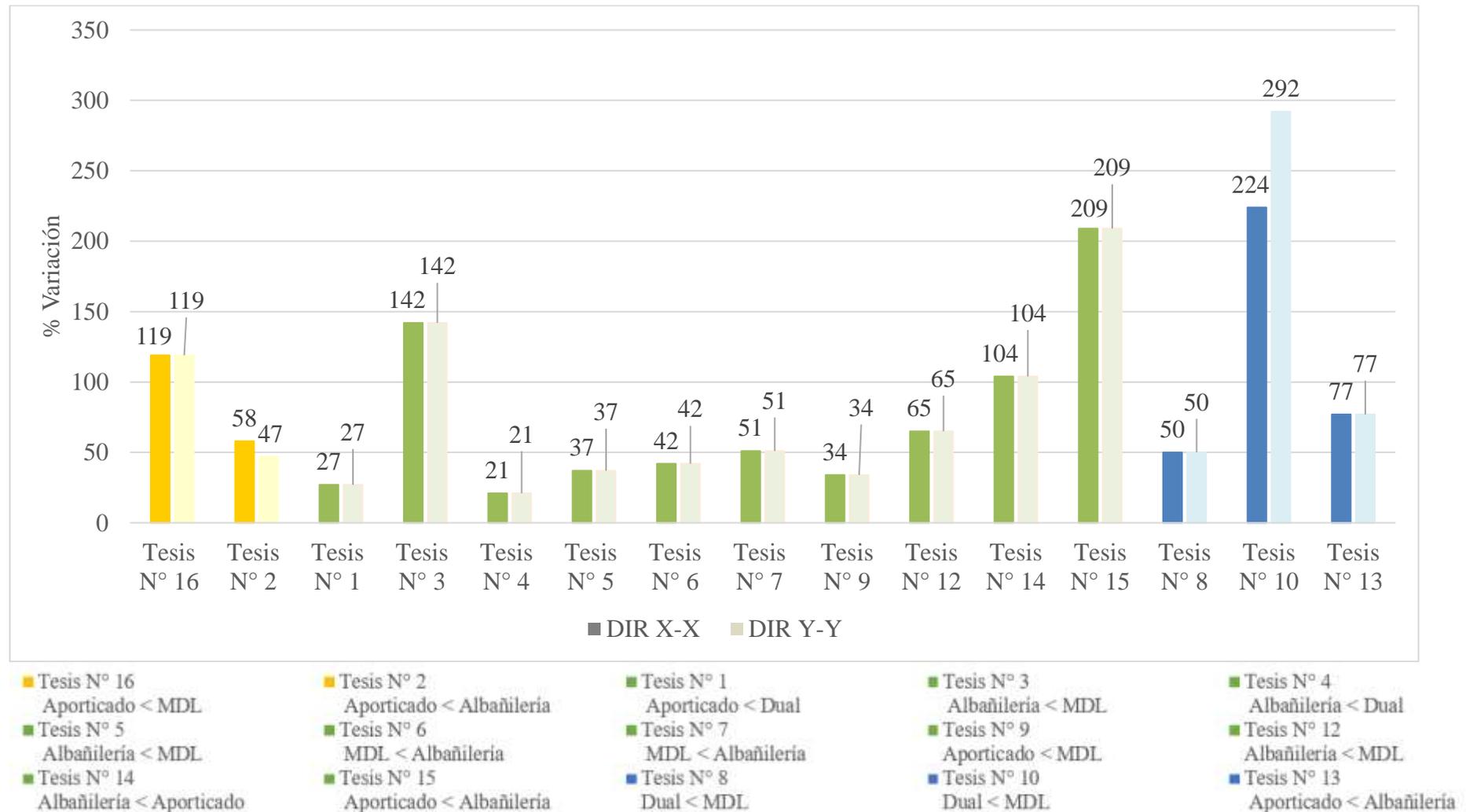
*Comparación de Fuerza Cortante en la Base para Diez Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		Aporticado	Albañilería
Sistema Estructural			
Tipo suelo		13	
Zona (Z)		S1	
Área Techada		4	
Peso Total (P)		503.00 m <sup>2</sup>	503.00 m <sup>2</sup>
Fuerza Cortante en la base (Tn)		5221.96 Tn	5802.71 Tn
Relación	DIR X-X =	778.07	1381.04
	DIR Y-Y =	778.07	1381.04
% Variación	DIR X-X =	Aporticado < Albañilería	
	DIR Y-Y =	Aporticado < Albañilería	
		77%	
		77%	

En la tabla 45, se muestra la variación entre el sistema aporticado y albañilería con respecto a la fuerza cortante para una edificación de diez pisos, el cual es mayor en el sistema de albañilería tanto en la dirección X como en Y.

**Tabla 46:**

*Comparación de la Variación de la Fuerza Cortante en la Base del Grupo de Estudio*



**Tabla 47**

*Periodo Fundamental de la Estructura del Grupo de Estudio*

N° TESIS	PARÁMETRO		N° PISOS	SISTEMAS				%	
				MDL	Aporticado	Albañilería	Dual		
2	Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	3		0.43	0.205		Aporticado	Albañilería
		DIR Y-Y =			0.392	0.132	100%	210%	
1	Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	5		0.301		0.463	Aporticado	Dual
		DIR Y-Y =			0.28	0.376	100%	154%	
3	Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	5	0.320		0.387		Albañilería	MDL
		DIR Y-Y =		0.394	0.243	100%	121%		
5	Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	5	0.11		0.22		Albañilería	MDL
		DIR Y-Y =		0.16	0.27	100%	200%		
6	Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	5	0.18		0.39		MDL	Albañilería
		DIR Y-Y =		0.085	0.231	100%	217%		
7	Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	5	0.22		0.26		MDL	Albañilería
		DIR Y-Y =		0.22	0.26	100%	118%		
9	Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	5	0.252	0.584			Aporticado	MDL
							100%	232%	

12	Fundamental de la Estructura	DIR Y-Y =	0.207	0.526		100%	254%
	Periodo	DIR X-X =				100%	469%
14	Fundamental de la Estructura	DIR Y-Y =	0.128		0.6	100%	469%
	Periodo	DIR X-X =				100%	171%
15	Fundamental de la Estructura	DIR Y-Y =	0.128		0.6	100%	469%
	Periodo	DIR X-X =		0.389	0.227	100%	171%
8	Fundamental de la Estructura	DIR Y-Y =		0.389	0.227	100%	171%
	Periodo	DIR X-X =		0.430	0.250	100%	172%
7	Fundamental de la Estructura	DIR Y-Y =		0.430	0.250	100%	172%
	Periodo	DIR X-X =	0.252			100%	232%
5	Fundamental de la Estructura	DIR Y-Y =	0.207			100%	254%
	Periodo	DIR X-X =				100%	254%

*Nota:* (%) define la relación que hay entre los parámetros de los sistemas comparados en la tesis indicada, donde el sistema que posea el parámetro menor se definirá como 100% y el restante tomara el valor del porcentaje correspondiente respecto a al valor menor.

La tabla 47 muestra todos los datos recopilados acerca del periodo fundamental de las estructuras revisadas en el grupo de estudio, además se consideró como 100% a la tesis que presenta el menor periodo fundamental en la estructura para sacar una variación entre los sistemas de cada tesis del grupo de estudio

**Tabla 48**

*Comparación del Periodo Fundamental para Tres Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		2	3
Sistema Estructural		Aporticado	Albañilería
Tipo suelo		S2	
Zona (Z)		3	
Área Techada		132.80 m <sup>2</sup>	132.80 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		397.16 Tn	228.62 Tn
Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	0.43	0.21
	DIR Y-Y =	0.39	0.13
Relación	DIR X-X =	Aporticado < Albañilería	
	DIR Y-Y =	Aporticado < Albañilería	
% Variación	DIR X-X =	110%	
	DIR Y-Y =	197%	

En la tabla 48, se muestra la variación entre el sistema aporticado y albañilería con respecto al periodo fundamental de una estructura de tres pisos, el cual es mayor en el sistema de albañilería tanto en la dirección X como en Y.

**Tabla 49**

*Comparación del Periodo Fundamental para Cinco Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS					
		1		3		5	
Sistema Estructural		Aporticado	Dual	Albañilería	MDL	Albañilería	MDL
Tipo suelo		S1		S2		S2	
Zona (Z)		4		4		3	
Área Techada		299.05 m <sup>2</sup>	323.20 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		635.38 Tn	708.05 Tn	943.00 Tn	3041.00 Tn	691.86 Tn	632.03 Tn
Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	0.301	0.463	0.39	0.32	0.22	0.11
	DIR Y-Y =	0.280	0.376	0.24	0.39	0.27	0.16
Relación	DIR X-X =	Aporticado < Dual		Albañilería < MDL		Albañilería < MDL	
	DIR Y-Y =	Aporticado < Dual		MDL < Albañilería		Albañilería < MDL	
% Variación	DIR X-X =	54%		21%		100%	
	DIR Y-Y =	34%		62%		69%	

**Tabla 50**

*Comparación del Periodo Fundamental para Cinco Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS					
		6		7		9	
Sistema Estructural		MDL	Albañilería	MDL	Albañilería	Aporticado	MDL
Tipo suelo		S2		S3		S2	
Zona (Z)		4		4		3	
Área Techada		133.12 m <sup>2</sup>	133.12 m <sup>2</sup>	230.00 m <sup>2</sup>	230.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		827.39 Tn	883.88 Tn	1265.00 Tn	1381.40 Tn	986.65 Tn	986.65 Tn
Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	0.18	0.39	0.22	0.26	0.58	0.25
	DIR Y-Y =	0.09	0.23	0.22	0.26	0.53	0.21
Relación	DIR X-X =	MDL > Albañilería		MDL < Albañilería		Aporticado < MDL	
	DIR Y-Y =	MDL > Albañilería		MDL < Albañilería		Aporticado < MDL	
% Variación	DIR X-X =	117%		18%		132%	
	DIR Y-Y =	172%		18%		154%	

**Tabla 51**

*Comparación del Periodo Fundamental para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS						
	12		14		15		
Sistema Estructural	Albañilería	MDL	Aporticado	Albañilería	Aporticado	Albañilería	
Tipo suelo	S2		S2		S2		
Zona (Z)	4		4		3		
Área Techada	322.60 m <sup>2</sup>	322.60 m <sup>2</sup>	160.00 m <sup>2</sup>	160.00 m <sup>2</sup>	209.21 m <sup>2</sup>	209.21 m <sup>2</sup>	
Peso Total (P)	1334.47 Tn	1334.47 Tn	766.25 Tn	1173.36 Tn	181.53 Tn	181.53 Tn	
Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	0.60	0.13	0.39	0.23	0.43	0.25
	DIR Y-Y =	0.60	0.13	0.39	0.23	0.43	0.25
Relación	DIR X-X =	Albañilería < MDL		Albañilería > Aporticado		Aporticado < Albañilería	
	DIR Y-Y =	Albañilería < MDL		Albañilería > Aporticado		Aporticado < Albañilería	
% Variación	DIR X-X =	369%		71%		72%	
	DIR Y-Y =	369%		71%		72%	

En las tablas 49, 50 y 51, podemos observar que el sistema que presenta mayor periodo fundamental en la estructura es albañilería, seguido del MDL, aporticado y dual en orden de jerarquía tanto en la dirección X como en Y para una edificación de 5 pisos.

**Tabla 52**

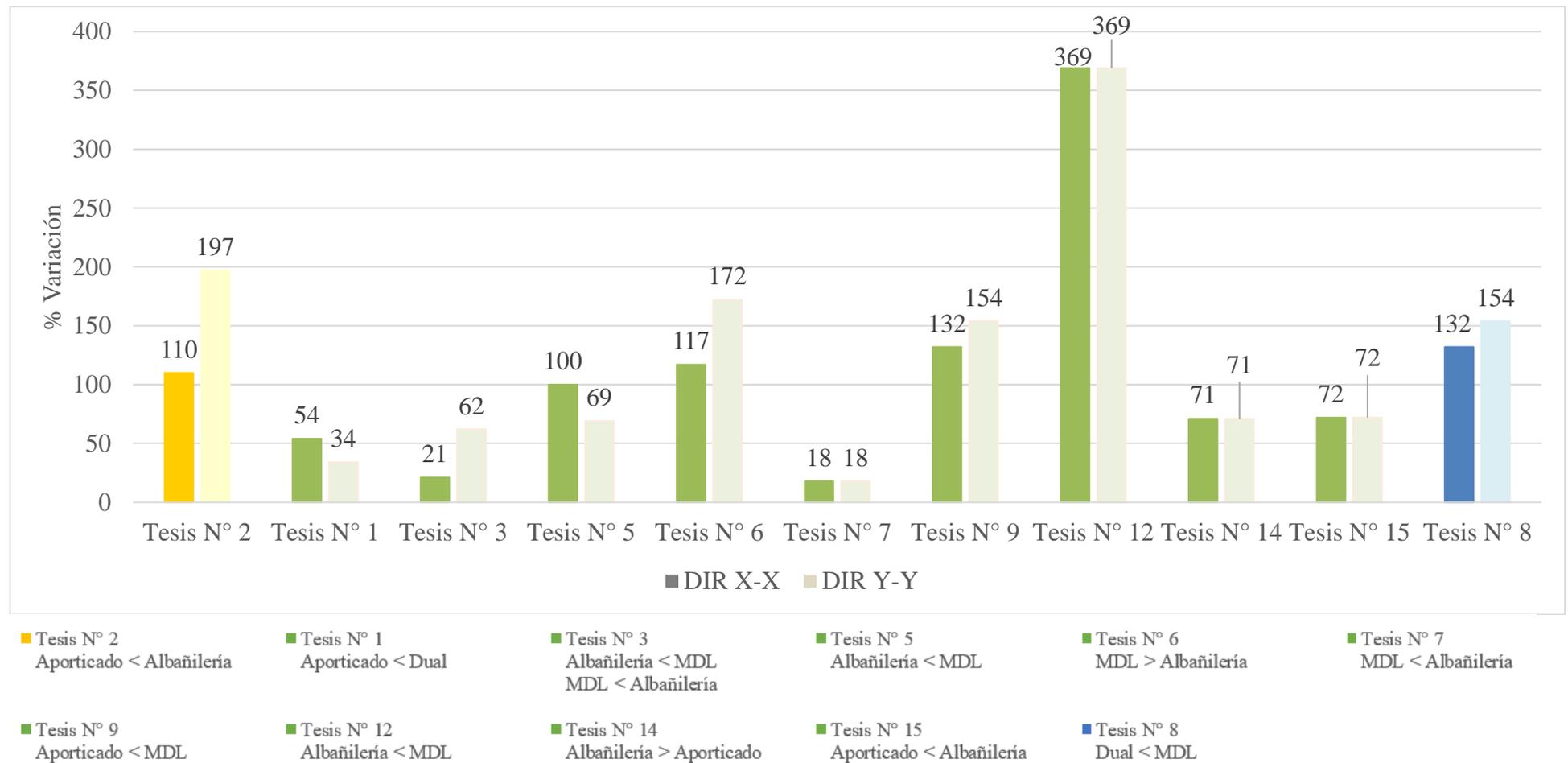
*Comparación del Periodo Fundamental para Siete Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		Dual	MDL
		8	
Sistema Estructural		Dual	MDL
Tipo suelo		S2	
Zona (Z)		3	
Área Techada		1015.03 m <sup>2</sup>	1015.03 m <sup>2</sup>
Peso Total (P)		5289.07 Tn	6061.40 Tn
Periodo Fundamental de la Estructura	DIR X-X =	0.58	0.25
	DIR Y-Y =	0.53	0.21
Relación	DIR X-X =	Dual < MDL	
	DIR Y-Y =	Dual < MDL	
% Variación	DIR X-X =	132%	
	DIR Y-Y =	154%	

En la tabla 52, se muestra la variación entre el sistema dual y MDL con respecto al periodo fundamental de una estructura de siete pisos, el cual es mayor en el sistema de MDL tanto en la dirección X como en Y.

**Tabla 53:**

*Comparación de la Variación del Periodo Fundamental de la Estructura del Grupo de Estudio*



**Tabla 54**

*Aceleración Espectral del Grupo de Estudio*

N° TESIS	PARÁMETRO		N° PISOS	SISTEMAS				%	
				MDL	Aporticado	Albañilería	Dual		
3	Aceleración espectral (Sa)	DIR X-X =	5	0.295		0.394		Albañilería	MDL
		DIR Y-Y =		0.295		0.394		100%	134%
5	Aceleración espectral (Sa)	DIR X-X =	5	0.11		0.22		Albañilería	MDL
		DIR Y-Y =		0.16		0.27		100%	200%
6	Aceleración espectral (Sa)	DIR X-X =	5	0.295		0.394		MDL	Albañilería
		DIR Y-Y =		0.295		0.394		100%	133%
7	Aceleración espectral (Sa)	DIR X-X =	5	0.310		0.410		MDL	Albañilería
		DIR Y-Y =		0.310		0.410		100%	132%
9	Aceleración espectral (Sa)	DIR X-X =	5	0.21667	0.371			Aporticado	MDL
		DIR Y-Y =		0.21667	0.371			100%	171%
14	Aceleración espectral (Sa)	DIR X-X =	5		0.1477	0.1969		Aporticado	Albañilería
		DIR Y-Y =			0.1477	0.1969		100%	133%
8	Aceleración espectral (Sa)	DIR X-X =	7	0.25	0.25			Dual	MDL
		DIR Y-Y =		0.25	0.25			100%	100%
10	Aceleración espectral (Sa)	DIR X-X =	8	0.988			0.988	Dual	MDL
		DIR Y-Y =		0.988			0.988	100%	100%

*Nota:* (%) define la relación que hay entre los parámetros de los sistemas comparados en la tesis indicada, donde el sistema que posea el parámetro menor se definirá como 100% y el restante tomara el valor del porcentaje correspondiente respecto a al valor menor.

La tabla 54 muestra todos los datos recopilados acerca de la aceleración espectral de las estructuras revisadas en el grupo de estudio, además se consideró como 100% a la tesis que presenta la menor aceleración espectral en la estructura para sacar una variación entre los sistemas de cada tesis del grupo de estudio.

**Tabla 55**

*Comparación de la Aceleración Espectral para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS						
	3		5		6		
Sistema Estructural	Albañilería	MDL	Albañilería	MDL	MDL	Albañilería	
Tipo suelo	S2		S2		S2		
Zona (Z)	4		3		4		
Área Techada	190.00 m <sup>2</sup>	190.00 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>	142.50 m <sup>2</sup>	133.12 m <sup>2</sup>	133.12 m <sup>2</sup>	
Peso Total (P)	943.00 Tn	3041.00 Tn	691.86 Tn	632.03 Tn	827.39 Tn	883.88 Tn	
Aceleración espectral (Sa)	DIR X-X =	0.39	0.30	0.22	0.11	0.30	0.39
	DIR Y-Y =	0.39	0.30	0.27	0.16	0.30	0.39
Relación	DIR X-X =	Albañilería < MDL		Albañilería < MDL		MDL < Albañilería	
	DIR Y-Y =	Albañilería < MDL		Albañilería < MDL		MDL < Albañilería	
% Variación	DIR X-X =	34%		100%		33%	
	DIR Y-Y =	34%		69%		33%	

**Tabla 56**

*Comparación de la Aceleración Espectral para Cinco Pisos*

PARÁMETRO	N° TESIS						
	7		9		14		
Sistema Estructural	MDL	Albañilería	Aporticado	MDL	Aporticado	Albañilería	
Tipo suelo	S3		S2		S2		
Zona (Z)	4		3		4		
Área Techada	230.00 m <sup>2</sup>	230.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	419.00 m <sup>2</sup>	160.00 m <sup>2</sup>	160.00 m <sup>2</sup>	
Peso Total (P)	1265.00 Tn	1381.40 Tn	986.65 Tn	986.65 Tn	766.25 Tn	1173.36 Tn	
Aceleración espectral (S <sub>a</sub> )	DIR X-X =	0.31	0.41	0.37	0.22	0.15	0.20
	DIR Y-Y =	0.31	0.41	0.37	0.22	0.15	0.20
Relación	DIR X-X =	MDL < Albañilería		Aporticado < MDL		Albañilería < Aporticado	
	DIR Y-Y =	MDL < Albañilería		Aporticado < MDL		Albañilería < Aporticado	
% Variación	DIR X-X =	32%		71%		33%	
	DIR Y-Y =	32%		71%		33%	

En las tablas 55 y 56 podemos observar que el sistema que presenta mayor aceleración espectral en la estructura es albañilería, seguido del, aporticado y MDL en orden de jerarquía tanto en la dirección X como en Y para una edificación de 5 pisos.

**Tabla 57**

*Comparación de la Aceleración Espectral para Siete Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		Dual	MDL
Sistema Estructural			
Tipo suelo		8	
Zona (Z)		S2	
Área Techada		3	
Peso Total (P)		1015.03 m <sup>2</sup>	1015.03 m <sup>2</sup>
Aceleración espectral (Sa)		5289.07 Tn	6061.40 Tn
Relación	DIR X-X =	0.25	0.25
	DIR Y-Y =	0.25	0.25
% Variación	DIR X-X =	Dual = MDL	
	DIR Y-Y =	Dual = MDL	
DIR X-X =		0%	
DIR Y-Y =		0%	

En la tabla 57, se muestra la variación entre el sistema dual y MDL con respecto a la aceleración espectral de una estructura de siete pisos, el cual es igual para ambos sistemas tanto en la dirección X como en Y.

**Tabla 58**

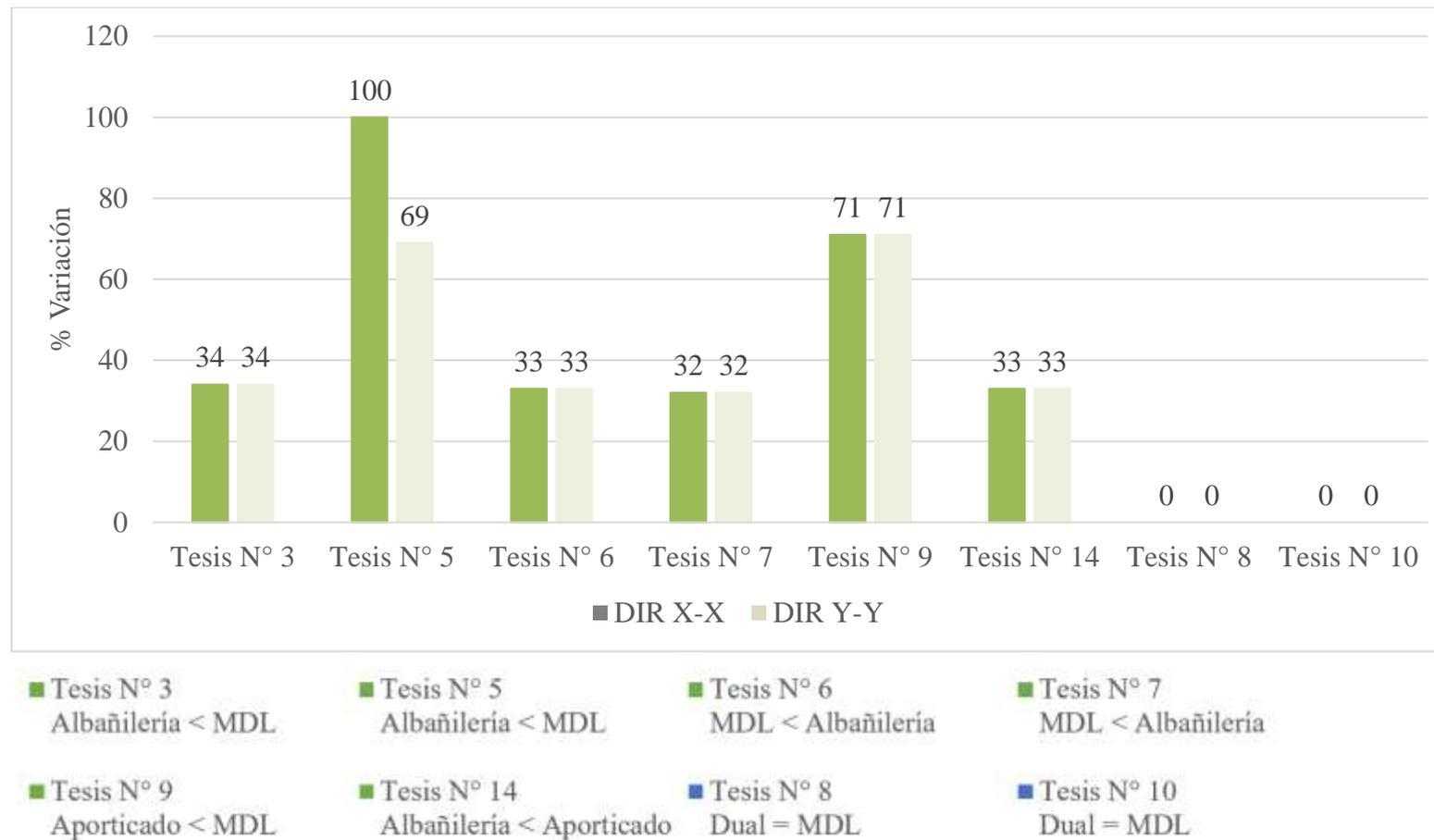
*Comparación de la Aceleración Espectral para Ocho Pisos*

PARÁMETRO		N° TESIS	
		Dual	MDL
Sistema Estructural			
Tipo suelo		10	
Zona (Z)		S1	
Área Techada		4	
Peso Total (P)		451.00 m <sup>2</sup>	451.00 m <sup>2</sup>
Aceleración espectral (Sa)		2681.00 Tn	2954.80 Tn
Relación	DIR X-X =	0.99	0.99
	DIR Y-Y =	0.99	0.99
% Variación	DIR X-X =	Dual = MDL	
	DIR Y-Y =	Dual = MDL	
DIR X-X =		0%	
DIR Y-Y =		0%	

En la tabla 58, se muestra la variación entre el sistema dual y MDL con respecto a la aceleración espectral de una estructura de ocho pisos, el cual es igual para ambos sistemas tanto en la dirección X como en Y.

**Tabla 59:**

*Comparación de la Variación de la Aceleración Espectral del Grupo de Estudio*



**Tabla 60**

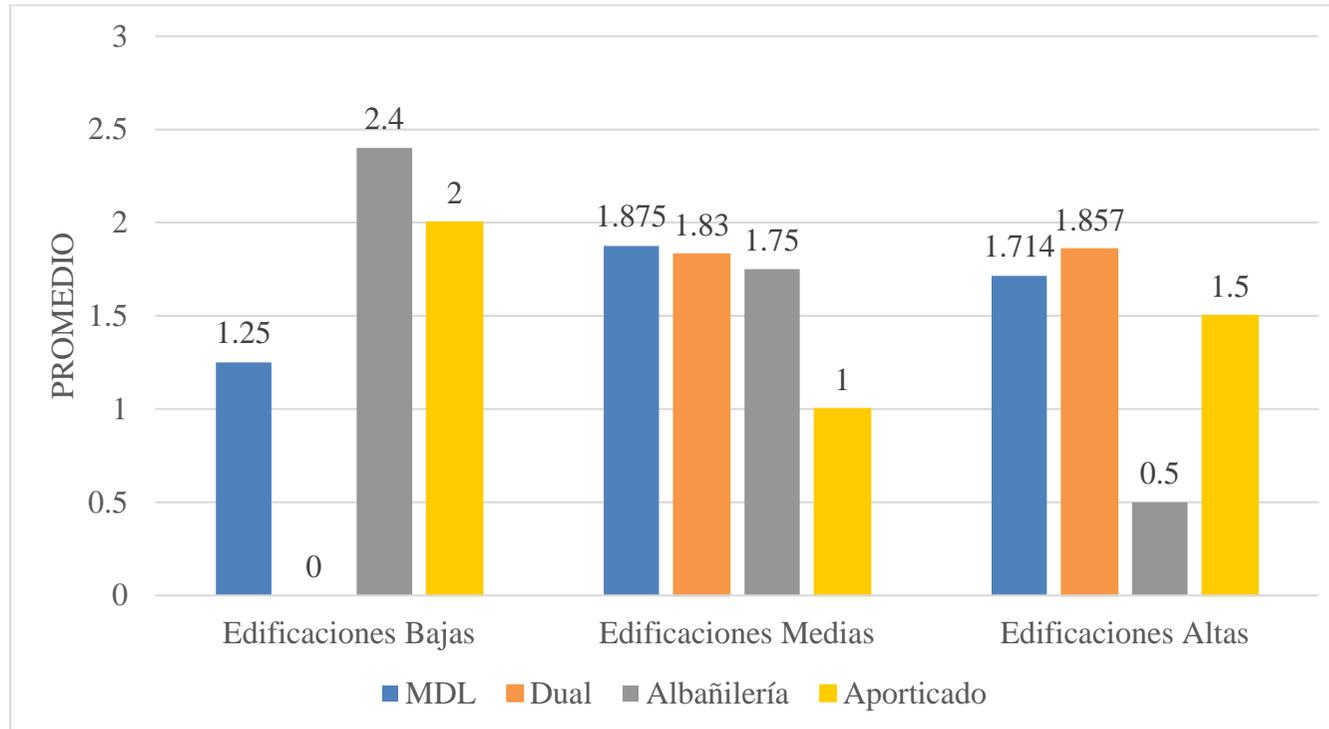
*Resumen de parámetros analizados*

	Edificaciones Bajas				Edificaciones Medias				Edificaciones Altas			
	MDL	Dual	Albañilería	Aporticado	MDL	Dual	Albañilería	Aporticado	MDL	Dual	Albañilería	Aporticado
Desplazamiento máx. de entre piso	-	-	-	-	3	-	2	1	-	-	-	-
Cortante Basal	1	-	2	3	0	3	1	2	1	2	1	2
Máx. Derivas	1	-	3	2	3	1	2	0	3	2	1	0
Fuerza Cortante Dinámica	-	-	-	-	2	3	1	0	1	3	0	2
Fuerza Cortante Base Estática	1	-	2	3	0	2	3	1	1	3	0	2
Aceleración Espectral		-	-	-	3	-	2	1	2	1	-	-
Presupuesto	2	-	3	1	1	0	2	3	2	1	-	-
Periodo fundamental	-	-	2	1	3	2	1	0	2	1	-	-
PROMEDIO	1.25	0	2.4	2	1.875	1.83	1.75	1	1.714	1.857	0.5	1.5

*Nota:* Muestra el sistema de puntuación que se realizó para determinar el mejor sistema estructural, donde 3 representa el mejor sistema y 0 el que se comporta más desfavorable, (-) significa que no se encontró ese parámetro dentro del grupo de estudio analizado para cierto sistema.

**Tabla 61:**

*Diagrama de la Puntuación de los Sistemas a partir de los Parámetros Analizados*



## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

El *presupuesto* de una obra, es la documentación básica que establece el marco económico para su ejecución (Ministerio de economía y finanzas, 2011). Para poder hacer una comparativa se clasificó a las estructuras de acuerdo al tamaño, dividiéndolas en edificaciones bajas (2 y 3 niveles), medias (5 niveles) y altas (7, 8 y 10 niveles). Además, se tomó en cuenta el porcentaje de incidencia de las partidas de estructuras, cimentaciones y arquitectura, de acuerdo a los datos que brindó el grupo de estudios. En las *edificaciones bajas* se pudo observar que se encuentra dentro de la zona 4, sobre un suelo intermedio (S2), donde el sistema más económico fue el MDL a comparación del sistema aporticado, teniendo un porcentaje de variación del 46.29% uno por encima del otro, habiéndose evaluado el diseño en la partida de estructuras. Mientras que, para las *edificaciones medias*, se observó que se encuentran en zonas 3 y 4, ubicados en suelos blandos, intermedios y rígidos (S3, S2, S1) el sistema que es más económico es la albañilería, seguido del MDL, aporticado y siendo el más costoso el sistema dual, siendo la partida de estructuras la que tiene mayor porcentaje de incidencia en el estudio. Finalmente, para las *edificaciones altas* se pudo observar que se encuentran sobre suelos rígidos e intermedios (S1, S2) entre las zonas 3 y 4, donde el sistema más económico es el MDL a comparación del dual, sin embargo su porcentaje de variación es relativamente bajo siendo menor al 10%, donde la partida que más incide en el costo es la de estructuras con más del 87% del costo total. Todo lo mencionado anteriormente es importante conocerlo ya así se puede determinar qué tipo de sistema es la más conveniente en relación a su costo de construcción y a la optimización en las partidas.

Al comparar el costo con los antecedentes, en las edificaciones bajas, se pudo verificar que coincide con la jerarquía inferida; este mismo parámetro en las edificaciones medias en la tesis de Deyra Escobar, Miguel Steve y Otero Farfán, Marcio Adrián de Jesús (2020) también corrobora la jerarquía deducida, ya que el sistema más económico es el de albañilería

confinada teniendo un costo por metro cuadrado de 550 a comparación del MDL que tiene un costo de 750 por metro cuadrado. Finalmente, al comparar las estructuras altas con la tesis de Mestanza Jaque, Jhordy Frantz (2019) se pudo verificar que coincide con la jerarquía inferida, ya que el sistema que tiene menor costo constructivo y de reparación en caso de daños por eventos sísmicos de gran magnitud, es el sistema de MDL.

De acuerdo a las tablas de la 9 a la 14 y recordando que se denomina *cortante basal* a la acumulación de fuerzas cortantes de cada piso y se refleja en la base de la edificación (Saavedra, 2016); se comparó según el tamaño de las estructuras, dividiéndolas en edificaciones bajas (2 y 3 niveles), medias (5 niveles) y altas (7 y 10 niveles). Para las *edificaciones bajas* se pudo ver que se encuentran en zonas 3 y 4, sobre un suelo intermedio y que el sistema que tiene una mayor cortante basal es el sistema MDL seguido del de albañilería y luego aporticado; mientras que para las *edificaciones medias* las cuales se encuentran en zonas 3 y 4, sobre un suelo intermedio y rígido la mayor cortante basal la presenta el sistema MDL, luego la albañilería, seguido de aporticado y finalmente dual. Aunque estos últimos dos pueden variar de orden como se muestra en la tesis 6, esto puede deberse al tamaño y forma del diseño de la edificación. Finalmente, para las *edificaciones altas* se observó que se encuentran en zonas 3 y 4, sobre un suelo intermedio y rígido donde el sistema que tiene una mayor cortante basal para 7 niveles es el sistema MDL respecto del dual y para 10 niveles la albañilería respecto de aporticado. En general, se puede decir que la cortante basal, aumenta según el número de pisos (Morales, 2018). Es importante conocer estas jerarquías ya que, a mayor cortante basal, mayor será la resistencia de cada elemento estructural lo que afectará también económicamente dependiendo de su altura.

Al comparar las estructuras bajas con el antecedente de Ladera Romero, Jimmy Percy (2019) se pudo verificar que no coincide con la jerarquía inferida, ya que la cortante basal de sistema aporticado (133.93) es mayor que la del sistema de albañilería confinada (122.67) en

ambos sentidos, esto indica que la jerarquía puede ser alterada y no es fija; mientras al comparar las edificaciones medias con la tesis de Deyra Escobar, Miguel Steve y Otero Farfán, Marcio Adrián de Jesús (2020) se pudo verificar que coincide con la jerarquía inferida, ya que la cortante basal de sistema MDL es mayor que la del sistema de albañilería confinada y finalmente al comparar las estructuras altas con la tesis de Mestanza Jaque, Jhordy Frantz (2019) se pudo verificar que no coincide con la jerarquía inferida, ya que la cortante basal de sistema dual (883.132) es mayor que la del sistema de aporticado (772.741), esto indica que puede variar por el peso del edificio o por la zona y el tipo de suelo.

En la tabla 15 hasta la tabla 22 se recopiló las *máximas derivas* de las tesis encontradas, las cuales reportan el desempeño de una estructura ante una determinada acción sísmica, definido por un desplazamiento lateral máximo o una deriva de piso máxima (Aguiar & González, 2006), la cual debe estar dentro de los límites normados. Para compararlas se las clasifiqué según el tamaño de las estructuras, dividiéndolas en edificaciones bajas (2 y 3 niveles), medias (5 niveles) y altas (7, 8 y 10 niveles). Para las *edificaciones bajas* se pudo observar que se encuentran en zonas 3 y 4, sobre un suelo intermedio y que el sistema que tiene máxima deriva menor es el sistema albañilería, seguido del aporticado y MDL. Para las *edificaciones medias* ubicadas en suelos intermedios y rígidos en zonas 3 y 4, donde la jerarquía que se sugiere de menor a mayor es MDL, albañilería, dual y aporticado; pero si nos fijamos en la tesis 6 sucede que el sistema MDL tiene mayor deriva máxima que el de albañilería, esto indica que la jerarquía inferida no es fija y puede verse afectada por el diseño y distribución de los elementos estructurales. Finalmente, para las *edificaciones altas* se observó que se encuentran en zonas 3 y 4, sobre un suelo intermedio y rígido donde el sistema que inferimos tiene menor deriva máxima es el MDL, seguido de la albañilería, dual y finalmente aporticado. Todo esto es importante porque el parámetro de la deriva máxima no solo es básico para saber el comportamiento que tendrá una edificación frente a un sismo,

sino que si no se cumplen los estándares de la norma puede afectar a la estructura a niveles catastróficos.

Si corroboramos este parámetro con los antecedente Al comparar las estructuras bajas con el antecedente de Ladera Romero, Jimmy Percy (2019) se pudo verificar que coincide con la jerarquía inferida, ya que la máxima deriva de sistema aporticado (0.0069) es mayor que la del sistema de albañilería confinada (0.0018); mientras al comparar las edificaciones medias con la tesis de Deyra Escobar, Miguel Steve y Otero Farfán, Marcio Adrián de Jesús (2020) se pudo comprobar que coincide con la jerarquía inferida, ya que la máxima deriva del sistema MDL (0.000208) es menor que la del sistema de albañilería confinada (0.001103), finalmente al comparar las estructuras altas con la tesis de Mestanza Jaque, Jhordy Frantz (2019) se pudo verificar que coincide con la jerarquía inferida, ya que la cortante basal de sistema dual (X-X: 0.00195 y Y-Y: 0.00371) es menor que la del sistema de aporticado (X-X: 0.037036 y Y-Y: 0.0289836), esto indica que la jerarquía que se planteo fue la correcta.

Recordando que la fuerza *cortante dinámica* son los esfuerzos producidos por movimientos en los elementos estructurales, que se generan por cargas externas como las sísmicas y teniendo en cuenta que a partir de las tablas desde la numero 23 hasta la tabla 28 este parámetro fue registrado y clasificado en edificaciones medias (5 niveles) y altas (7, 8 y 10 niveles). En las cuales se indica que, para las *edificaciones medias*, ubicadas en zonas 3 y 4 y sobre suelos rígidos, intermedios y blandos donde la jerarquía que se sugiere es mayor a menor empezando por el sistema aporticado, seguido del sistema albañilería o el sistema MDL y finalmente el dual, como podemos notar este orden no es nada fijo ya que puede verse afectado por muchos factores como el suelo, la zona y el cómo fueron diseñados los elementos estructurales. Mientras que para las *edificaciones altas* se observó que se encuentran en zonas 3 y 4, sobre un suelo intermedio y rígido donde el sistema que inferimos tiene mayor fuerza cortante dinámica es el sistema de albañilería, luego el MDL aporticado y

dual; aunque realmente esta última jerarquía no es nada clara. Por otro lado, es necesario destacar que este parámetro es importante porque podemos saber a qué esfuerzos se encuentra sometida la estructura y como puede afectar a los elementos estructurales si no es tomada en cuenta.

Si corroboramos las jerarquías sugeridas con el antecedente de Deyra Escobar, Miguel Steve y Otero Farfán, Marcio Adrián de Jesús (2020) para estructuras medias, se comprobó que coincide con la jerarquía inferida, ya que la máxima deriva del sistema MDL (156.00 tn) es mayor que la del sistema de albañilería confinada (79.00 tn), sin embargo, es importante destacar que esta jerarquía sigue siendo variable. Para las estructuras altas con la tesis de Mestanza Jaque, Jhordy Frantz (2019) no se pudo verificar debido a la falta de este parámetro.

Se sabe que la *fuerza cortante* en la base de la estructura determina la fuerza lateral total como consecuencia de las fuerzas de inercia que se introduce a un sistema de N grados de libertad que posteriormente se distribuye a lo largo de las diferentes alturas de la estructura (Canet, 2012). Para poder hacer una comparativa se clasificó a las estructuras de acuerdo al tamaño, dividiéndolas en edificaciones bajas (2 y 3 niveles), medias (5 niveles) y altas (7, 8 y 10 niveles). En las *edificaciones bajas* se pudo observar que se encuentran dentro de las zonas 3 y 4, sobre un suelo intermedio (S2), donde el sistema con mayor fuerza cortante en la base para la tesis de dos pisos fue el sistema MDL a comparación del aporticado; pero en la tesis de tres pisos fue mayor la albañilería a comparación del aporticado; estos resultados se ven afectados por el área construida y el diseño y distribución de cada elemento estructural en los distintos sistemas que comparan los estudios revisados. Mientras que, para las *edificaciones medias*, se observó que se encuentran en zonas 3 y 4, ubicados en suelos blandos, intermedios y rígidos (S3, S2, S1) tiene mayor fuerza cortante en la base en el sistema MDL, seguido por el sistema aporticado, dual y albañilería en orden de jerarquía,

viéndose estos resultados afectados por el área construida, el diseño y distribución de los elementos estructurales. Finalmente, para las *edificaciones altas* se pudo observar que se encuentran sobre suelos rígidos e intermedios (S1, S2) entre las zonas 3 y 4, donde el sistema que tiene mayor cortante en la base para un sistema de siete y ocho pisos es el MDL a comparación del dual, mientras que para una edificación de 10 pisos el que tiene mayor cortante en la base es la albañilería a comparación del aporticado. Todo lo mencionado anteriormente es importante conocerlo ya que la fuerza cortante en la base nos da a conocer la capacidad que tiene una estructura de resistir a las fuerzas laterales debido a la inercia de sus elementos.

Al comparar con los antecedentes, la fuerza cortante en la base para estructuras bajas con el antecedente de Ladera Romero, Jimmy Percy (2019), se pudo verificar que no coincide con la jerarquía inferida, ya que la fuerza cortante en la base del sistema aporticado (133.93) es mayor que la del sistema de albañilería confinada (122.67) en ambos sentidos, lo que indica que la variación depende mucho del área, el diseño y distribución de los elementos, además del peso total de la edificación en estudio. Al comparar este mismo parámetro en las edificaciones medias con la tesis de Deyra Escobar, Miguel Steve y Otero Farfán, Marcio Adrián de Jesús (2020) se pudo verificar que coincide con la jerarquía inferida, ya que la cortante en la base de sistema MDL es mayor que la del sistema de albañilería confinada. Finalmente, al comparar las estructuras altas con la tesis de Mestanza Jaque, Jhordy Frantz (2019) se pudo verificar que coincide con la jerarquía inferida, ya que la cortante en la base de sistema dual (883.132) es mayor que la del sistema de aporticado (772.741).

El *periodo fundamental* de vibración de un edificio es un parámetro clave para el diseño sísmico de una estructura. A partir de esta característica puede obtenerse una buena apreciación de las demandas globales sobre una estructura sometida a una determinada acción sísmica. Esta propiedad depende de la masa y la rigidez de la estructura, y es afectada por

muchos factores tales como la regularidad de la estructura, el número de pisos y claros, las dimensiones de las secciones, el nivel de carga axial, las cuantías de refuerzo y del nivel de agrietamiento del concreto. Si el periodo fundamental de vibración de una estructura es cercana al periodo de vibración de las ondas sísmicas y su relación se acerque a la unidad, se produce lo que se conoce como resonancia, aumentando significativamente las deformaciones y aceleraciones de la edificación y en consecuencia los esfuerzos en sus elementos estructurales, causando daños significativos en la estructura. Para poder hacer una comparativa se clasificó a las estructuras de acuerdo al tamaño, dividiéndolas en edificaciones bajas (2 y 3 niveles), medias (5 niveles) y altas (7, 8 y 10 niveles). En las **edificaciones bajas** se pudo observar que se encuentra dentro de la zona 3, sobre un suelo intermedio (S2), donde el sistema con mayor periodo fundamental de vibración para la tesis de tres pisos fue el sistema de aporticado con respecto al de albañilería (Morales, 2018). Mientras que, para las **edificaciones medias**, se observó que se encuentran en zonas 3 y 4, ubicados en suelos blandos, intermedios y rígidos (S3, S2, S1) tiene mayor periodo fundamental de vibración en el sistema de albañilería, seguido por el sistema dual, aporticado y MDL en orden de jerarquía, viéndose estos resultados afectados por el área construida, el diseño y distribución de los elementos estructurales (Morales, 2018). Finalmente, para las **edificaciones altas** se pudo observar que se encuentra sobre suelos intermedios (S2) en la zona 3, donde el sistema que tiene mayor periodo fundamental de vibración para un sistema de siete pisos es el dual a comparación del MDL (Morales, 2018). Todo lo mencionado anteriormente es importante conocerlo ya que el periodo fundamental de vibración durante la vida útil de las construcciones tiene un cambio importante, lo que define la posibilidad de reforzamiento para que esta no colapse en un eventual sismo (Ramírez y Guerrero, 2000).

Al comparar con los antecedentes, el periodo fundamental de la estructura, en las estructuras bajas con el antecedente de Ladera Romero, Jimy Percy (2019), se pudo verificar

que no coincide con la jerarquía inferida, ya que el periodo fundamental del sistema aporticado ( $X= 0.393$ ,  $Y= 0.391$ ) es mayor que la del sistema de albañilería confinada ( $X= 0.219$ ,  $Y= 0.190$ ) en ambos sentidos, lo que indica que la variación depende mucho del área, el diseño y distribución de los elementos, además del peso total de la edificación en estudio. Al comparar este mismo parámetro en las edificaciones medias con la tesis de Deyra Escobar, Miguel Steve y Otero Farfán, Marcio Adrián de Jesús (2020) se pudo verificar que coincide con la jerarquía inferida, ya que el periodo fundamental del sistema de albañilería es mayor que la del sistema de MDL. Finalmente, al comparar las estructuras altas con la tesis de Mestanza Jaque, Jhordy Frantz (2019) no se pudo verificar debido a la falta de ese parámetro.

La *aceleración espectral* mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta (Dariel, 2016). Para poder hacer una comparativa se clasificó a las estructuras de acuerdo al tamaño, dividiéndolas en edificaciones medias (5 niveles) y altas (7, 8 y 10 niveles). En las *edificaciones medias*, se observó que se encuentran en zonas 3 y 4, ubicados en suelos intermedios y blandos (S2, S3) tiene mayor aceleración espectral en el sistema de albañilería, seguido por el sistema aporticado, y MDL en orden de jerarquía, viéndose estos resultados afectados por el área construida, el diseño y distribución de los elementos estructurales. Finalmente, para las *edificaciones altas* se pudo observar que se encuentran sobre suelos rígidos e intermedios (S1, S2) entre las zonas 3 y 4, donde la aceleración espectral es la misma para sistemas de siete y ocho pisos. Todo lo mencionado anteriormente es importante conocerlo ya que la aceleración espectral mide como responde la estructura a acciones que se le inducen desde el exterior para evaluar su comportamiento sísmico.

Al comparar la aceleración espectral, en las edificaciones medias con la tesis de Deyra Escobar, Miguel Steve y Otero Farfán, Marcio Adrián de Jesús (2020) y las estructuras altas con la tesis de Mestanza Jaque, Jhordy Frantz (2019), no se pudo verificar debido a la falta de ese parámetro.

Esta investigación se **limita** a un análisis documental, por lo que dependemos de los valores que nos alcanza el grupo de estudio; donde las muestras no nos presentan el esfuerzo máximo ante el sismo, el cual, vibrará según una combinación de diversos modos de vibración, donde cada modo posee una deformada característica y una frecuencia de vibración distinta. De acuerdo a la normativa de diseño sísmico, cualquiera sea el método de análisis usado, se debe considerar un modelo estructural con un mínimo de tres grados de libertad por piso (dos traslacionales y uno rotacional), además de incluir en el análisis todos los modos normales ordenados según valores crecientes de las frecuencias propias que sean necesarios para que la suma de las masas equivalentes sea mayor o igual a un 90% de la masa total (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018)l. Hay que considerar también que, la aceleración en la base de la estructura puede variar en cada instante de tiempo por lo que habrán variaciones también en la respuesta de la estructura, y que la relación fuerza-deformación, no siempre se va a comportar de manera lineal. Además, de acuerdo al nivel de detallamiento en el diseño, como lo son: el incluir diagonales, armaduras, estribos, refuerzos; repercuten en mayores costos. Así mismo, la falta de fuentes para algunas alturas, se debe a que se dio preferencia a estudios regidos bajo la normativa peruana y esto no permitió enlazar la información de manera sencilla. Añadido a esto, no todos los antecedentes cuentan con todos los parámetros analizados, por lo que concluimos que si bien la jerarquía establecida no es exacta para algunos parámetros, pudimos determinar una jerarquía aproximada a la realidad, y así determinar las características del mejor sistema.

Como **implicancia**, pudimos responder que el Sistema Muros de Ductilidad Limitada (MDL) resulta altamente efectivo en perfiles de suelo S3 y S4 en cualquiera de las zonas sísmicas, debido a que evita el fenómeno de resonancia pues posee alta resistencia, sin embargo solo se lo aconseja para edificaciones que varíen entre 3 a 7 pisos, ya que este sistema solo puede ser usado hasta 8 niveles como máximo y comparado con ediciones bajas

hechas de albañilería, estas últimas son más económicas y poseen un comportamiento similar a esta altura, sin embargo de ser mayor pueden resultar riesgosas; por otro lado aconsejamos el uso del sistema Aporticado en perfiles de suelo S1 y S2 en cualquiera de las zonas sísmicas, debido a que evita el fenómeno de resonancia pues posee alta flexibilidad, sin embargo solo lo recomendamos para edificaciones bajas y medias que varíen entre 2 a 5 pisos, aunque en edificaciones bajas puede resultar más costoso que el sistema de albañilería y para las edificaciones medias puede tomarse también el sistema dual dependiendo de las condiciones; por parte del sistema de Albañilería como ya vimos se puede usar en los distintos perfiles de suelos, además es el más económico en edificaciones bajas, para las cuales se aconseja su uso exclusivo, aunque sugerimos limitar su uso hasta 2 pisos si se encuentra en la zona 3 o 4 y finalmente sobre el sistema Dual podemos usarlo preferentemente en edificaciones medias o altas, sobre todo la segunda dada su versatilidad entre resistencia y flexión que se adapta a cualquier tipo de suelo y zona, aunque suele ser el más costoso. También se elaboró una propuesta, en la cual se detalla y justifica más extensamente las recomendaciones indicadas y da a conocer el sistema recomendado frente a los eventos sísmicos para las diversas condiciones posibles en el territorio nacional, teniendo en cuenta factores como la zona, tipo de suelo, altura y costo; este entregable se encuentra adjuntado conjuntamente a este documento.

De todos los parámetros analizados y recopilados se pudo inferir cual es el sistema más recomendable para las diversas alturas de las edificaciones multifamiliares consideradas en este estudio, habiendo caracterizado sus parámetros sísmicos y su incidencia en el costo, obteniendo así que el sistema más recomendado para edificaciones bajas (2 -3 niveles) es el sistema de albañilería, por tener una mejor respuesta estructural y ser la edificación menos costosa; mientras que, para las edificaciones medias (5 niveles) se recomendó MDL, albañilería y aporticado, exceptuando al sistema dual, debido a que en éste, los muros

estructurales (placas) cargan entre el 20% y 70 % de la cortante basal, y esto hace que sea poco factible para estructuras de esta altura ya que eleva el costo de construcción. Finalmente, para las edificaciones de niveles altos (7 – 8 y 10 pisos) se recomendó el sistema dual, por lo que tiene una mejor respuesta estructural debido a que a mayor altura requiere mayor rigidez y estabilidad estructural.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Se caracterizó la respuesta estructural de las edificaciones multifamiliares con sistemas de muros de ductilidad limitada, aporticado, albañilería y dual y su incidencia en el costo, mediante la comparación de los diversos parámetros para luego definir los sistemas más adecuados para cada situación según los parámetros estudiados.

Se generó el grupo de estudios a partir de la revisión documental, donde se recopilaron 16 tesis y 6 artículos científicos de fuentes confiables y con máximo 10 años de antigüedad para la muestra, las cuales comparan los sistemas en estudio y proporcionaron información relevante para la investigación.

Se describió e identificó las metodologías utilizadas mediante el reporte de las técnicas y materiales aplicadas y la descripción de los procedimientos por medio de flujogramas tanto para la recolección de datos como para el análisis.

Se clasificó los datos relevantes según de las tesis para la comparación de costos y parámetros para el comportamiento estructural como: el desplazamiento máximo de entre piso, periodo fundamental cortante basal, máximas derivas, fuerza cortante dinámica, fuerza cortante basal estática, aceleración espectral y periodo fundamental; mediante la utilización de tablas, gráficos y número de pisos.

Se comparó los datos recolectados con datos obtenidos de los antecedentes y también con artículos científicos del tema.

Se identificaron las limitaciones de la investigación, entre ellas la respuesta sísmica, grado del sismo, esfuerzo máximo ante el sismo, estado no lineal, cortante máxima; las cuales pueden tener relevancia en la variación de las conclusiones del estudio, sin embargo, estos datos no se pudieron obtener dada la no inclusión por los autores de las muestras.

Se estableció que el sistema que presentó la mejor respuesta estructural además de su incidencia en el costo a partir de los datos recolectados y bajo los parámetros estudiados para

edificaciones bajas es el sistema de albañilería, sin embargo también se aconseja el sistema aporticado aunque este último sea más caro, como vemos la recomendación de un sistema u otro puede variar según el tipo de suelo y la zona sísmica por lo que se consideraron y aconsejaron detalladamente en la propuesta realizada para cada tipo de edificación; para las edificaciones medias se recomendó el sistema de MDL, seguido del dual, albañilería y finalmente aporticado aunque esta jerarquía puede variar según la ubicación; y para las edificaciones altas el sistema dual, MDL, aporticado y albañilería en ese orden, aunque el sistema MDL solo permite un máximo de 7 pisos, asimismo recalcamos que pueden existir otras recomendación dependiendo de la ubicación como se detalla en la propuesta. Adicionalmente se pudo comprobar que la hipótesis fue parcialmente correcta, dado que se cumple para edificaciones medias en todos los parámetros expresados excepto en el costo; sin embargo, no fue así para las edificaciones altas ni bajas; dado que para cada tipo se recomendaron diversos sistemas dependiendo del número de pisos, suelo y la zona; los cuales se encuentran detallados en la propuesta.

## REFERENCIAS

- Aguiar, R., & González, A. (Julio de 2006). *Evaluación rápida de la deriva máxima de piso en edificios sin muros de corte*. Obtenido de Scielo: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0376-723X2006000200003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2006000200003)
- Araca Llanos, F. H., Gómez Catacora, L., Cahui Galarza, A., & Marín Mamani, G. (07 de 09 de 2020). Influencia de la interacción suelo-estructura en el comportamiento de las viviendas aporticadas con zapatas aisladas en la ciudad de Juliaca. *Revista Científica de la UCSA*, VII(2), 70–81. Obtenido de <http://revista-ucsa-ct.edu.py/ojs/index.php/ucsa/article/view/32>
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica (5ta ed.)*. Caracas - Venezuela: Episteme, C.A.
- Arteaga Espinoza, I. D. (2018). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS EN UNA VIVIENDA FAMILIAR USANDO EL SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE Y EL SISTEMA DE ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE HUANUCO, 2018*. Obtenido de Universidad de Huánuco: <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/1096>
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Cabello Beteta, B. G. (2020). *Análisis estructural comparativo entre los sistemas estructurales de concreto armado aporticado y dual, Lima 2019*. Obtenido de Universidad César Vallejo: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54075/Cabello\\_BBGL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54075/Cabello_BBGL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Canet, J. (2012). *Resistencia de Materiales y Estructuras*. Barcelona - España: Cimne.
- César Martín, Q. C. (01 de 06 de 2016). *Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca*. Obtenido de Repositorio Institucional UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10254>
- Chasi Benavides, L. J. (2016). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN SISTEMA APORTICADO Y UN SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y SU INCIDENCIA*. Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23560/1/Tesis%201032%20-%20Chasi%20Benavides%20Lucas%20Jon%20C3%A1s.pdf>
- Dariel, D. (2016). *Metodología para la obtención de espectros sísmicos de psio*. Madrid - España: Universidad Politécnica de Madrid .
- Delgado Pulcinelli, G., & Rubiños Bartens, S. K. (2019). *Estimación de riesgo sísmico de estaciones de bombero de Lima Metropolitana y Callao mediante observaciones de campo y análisis de escenarios importantes*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Desplazamiento lateral y disorsión de columnas. (s.f.).
- Deyra Escobar, M. S., & Otero Farfán, M. A. (2020). *Comparación entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en una vivienda multifamiliar en la urbanización Santa Margarita. Veintiséis de octubre-Piura. 2020*. Obtenido de Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56219>
- DRM. (22 de Junio de 2005). *DEFINICIONES Y CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO*. Obtenido de MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA: [https://www.drmonline.net/drmlibrary/pdfs/DRM\\_Nicaragua\\_building\\_code\\_June\\_2005c.pdf](https://www.drmonline.net/drmlibrary/pdfs/DRM_Nicaragua_building_code_June_2005c.pdf)
- El Comercio. (14 de Noviembre de 2009). *Muro portante, otra opción constructiva*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/muro-portante-opcion-constructiva.html>
- Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación: manual autoformativo interactivo*. Huancayo - Perú: Universidad Continental.
- Hernandez, I. (s.f.). *Capítulo V: Desplazamiento lateral y disorsión de columnas*. Obtenido de UDLAP: [http://caterina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/hernandez\\_1\\_h/capitulo5.pdf](http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/hernandez_1_h/capitulo5.pdf)
- Ladera Romero, J. P. (19 de Febrero de 2019). *Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de San Carlos, distrito Huancayo 2017*. Obtenido de Universidad Continental: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5168>
- León Barra, J. C. (2019). *Análisis comparativo de un sistema sismo resistente aporticado con y sin*

- disipadores de fluido viscoso*. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes.
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 47-50.
- Luna, J. E. (Junio de 2013). *ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO*. Obtenido de PUCP:  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4967/LAUCATA\\_JOHAN\\_ANALISIS\\_VULNERABILIDAD\\_SISMICA\\_VIVIENDAS\\_INFORMALES\\_CIUAD\\_TRUJILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4967/LAUCATA_JOHAN_ANALISIS_VULNERABILIDAD_SISMICA_VIVIENDAS_INFORMALES_CIUAD_TRUJILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mestanza Jaque, J. F. (2019). *Estudio comparativo del comportamiento sísmico de estructuras de concreto armado, Lima 2019*. Obtenido de Universidad César Vallejo:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35351>
- Ministerio de economía y finanzas. (2011). *Sistema Nacional de Presupuesto: Guía Básica*. Lima.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima: El Peruano.
- Muñoz, A., Tinman, M., & Quiun, D. (1999). RIESGO SÍSMICO DE EDIFICIOS PERUANOS. *Departamento de Ingeniería PUCP*.
- Orellana, L. (1 de marzo de 2001). Obtenido de  
[http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica\\_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf](http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf)
- Orellana, L. (1 de Marzo de 2001). Obtenido de  
[http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica\\_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf](http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf)
- Saavedra, C. A. (29 de Octubre de 2016). *Verificación del cortante basal según Covenin 1756-2001*. Obtenido de Saavedraonline: <https://saavedraonline.wordpress.com/2016/10/29/verificacion-del-cortante-basal-segun-covenin-1756-2001/>
- San Bartolomé, D. Q. (2020). Componentes de Albañilería. *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*, 62-63.
- Sánchez Tizapa, S., & Arroyo Matus, R. (2014). Incertidumbre en la evaluación de periodos en edificios. *Investigación y Ciencia*, 2.
- Tavera, H. (2008). La sismicidad en el mundo. *Revista del Capítulo de Ingeniería Geológica*, 5, 25-27.
- UMSS. (26 de Julio de 2013). *RESPUESTA SÍSMICA A SISTEMAS LINEALES*. Obtenido de UMSS.edu: [http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/19/cap\\_VIII.htm](http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/19/cap_VIII.htm)
- Valencia, V. (2018). *Univirtual*. Obtenido de  
<https://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/1000/1771/1771.pdf>
- Vielma Pérez, J. C. (2008). *CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE EDIFICIOS DE HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE LA RESPUESTA NO LINEAL*. Obtenido de Universidad Politécnica de Cataluña:  
[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93564/01\\_vielmaPerez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93564/01_vielmaPerez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### ANEXO 1: Ficha Resumen

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA				
FICHA RESUMEN				
	<b>TESIS:</b>	" CARACTERIZACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, APORTICADO, ALBAÑILERÍA Y DUAL Y SU INCIDENCIA EN EL COSTO EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, CAJAMARCA 2021"		
	<b>TESISTAS:</b>	Arana Díaz, María de los Ángeles Samané Murrugarra, Yris Alejandra	<b>ASESOR</b> ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO	<b>FECHA DE REGISTRO</b>
<b>TIPO DE ESTUDIO:</b>	<input type="checkbox"/> TESIS <input type="checkbox"/> ARTÍCULO CIENTIFICO <input type="checkbox"/> LIBRO	N° <input type="text"/>		
<b>TÍTULO DEL ESTUDIO:</b>	<input type="text"/>			
<b>AUTORES:</b>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<b>LUGAR:</b> <input type="text"/>	<b>AÑO DE PUBLICACIÓN:</b> <input type="text"/>	
<b>RESUMEN:</b>	<input type="text"/>			
<b>OBJEIVOS:</b>	<input type="text"/>			
<b>CONCLUSIONES:</b>	<input type="text"/>			
<b>OBSERVACIONES:</b>				
<b>AUTOR 1</b>		<b>AUTOR 2</b>		
<b>FIRMA:</b>	<b>FIRMA:</b>	<b>FIRMA:</b>		
<b>NOMBRE:</b> Arana Díaz, María de los Ángeles	<b>NOMBRE:</b> Samané Murrugarra, Yris Alejandra	<b>NOMBRE:</b>		
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>		

## ANEXO 2: Ficha de recolección de datos 1

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA															
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 1															
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>TESIS:</b>	" CARACTERIZACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, APORTICADO, ALBAÑILERÍA Y DUAL Y SU INCIDENCIA EN EL COSTO EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, CAJAMARCA 2021"													
	<b>TESISTAS:</b>	Arana Díaz, María de los Ángeles Samané Murrugarra, Yris Alejandra	<b>ASESOR</b> ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO	<b>FECHA DE REGISTRO</b>											
<b>TITULO DEL ESTUDIO:</b>															
<input type="text"/>															
<b>LUGAR:</b>															
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>															
Local                      Nacional                      Internacional                      Nombre del lugar															
<b>TIPO DE SISTEMA EMPLEADO:</b>															
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>															
MDL                      Aporticado                      Albañilería                      Dual															
<b>NÚMERO DE PISOS:</b>															
<input type="text"/>															
<b>PERFIL DEL SUELO:</b>															
<table border="1"> <tr> <td><b>Tipo suelo</b></td> <td><input type="text"/></td> <td><b>TP</b></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><b>Zona</b></td> <td><input type="text"/></td> <td><b>TL</b></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>				<b>Tipo suelo</b>	<input type="text"/>	<b>TP</b>	<input type="text"/>	<b>Zona</b>	<input type="text"/>	<b>TL</b>	<input type="text"/>				
<b>Tipo suelo</b>	<input type="text"/>	<b>TP</b>	<input type="text"/>												
<b>Zona</b>	<input type="text"/>	<b>TL</b>	<input type="text"/>												
<b>CONSIDERACIÓN DE PRESUPUESTO:</b>															
<input type="text"/> <input type="text"/>															
SI                      NO															
<b>COSTO DE CADA SISTEMA:</b>															
<table border="1"> <tr> <td colspan="2"><b>MDL</b></td> <td colspan="2"><b>Albañilería</b></td> </tr> <tr> <td>Monto</td> <td><input type="text"/></td> <td>Monto</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>%</td> <td><input type="text"/></td> <td>%</td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>				<b>MDL</b>		<b>Albañilería</b>		Monto	<input type="text"/>	Monto	<input type="text"/>	%	<input type="text"/>	%	<input type="text"/>
<b>MDL</b>		<b>Albañilería</b>													
Monto	<input type="text"/>	Monto	<input type="text"/>												
%	<input type="text"/>	%	<input type="text"/>												
>															
<b>CONSIDERACIONES ADICIONALES PARA LOS SISTEMAS:</b>															
<input type="text"/>															
<b>OBSERVACIONES:</b>															
<input type="text"/>															
<b>AUTOR 1</b>		<b>AUTOR 2</b>													
<b>FIRMA:</b>		<b>FIRMA:</b>													
<input type="text"/>		<input type="text"/>													
<b>NOMBRE:</b> Arana Díaz, María de los Ángeles		<b>NOMBRE:</b> Samané Murrugarra, Yris Alejandra													
<b>FECHA:</b>		<b>FECHA:</b>													
<input type="text"/>		<input type="text"/>													

**ANEXO 3: Ficha de recolección de datos 2**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA																																						
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2																																						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>TESIS:</b>	“ CARACTERIZACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, APORTICADO, ALBAÑILERÍA Y DUAL Y SU INCIDENCIA EN EL COSTO EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, CAJAMARCA 2021”																																				
	<b>TESISTAS:</b>	Arana Díaz, María de los Ángeles	<b>ASESOR</b>	ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO																																		
		Samané Murrugarra, Yris Alejandra	<b>FECHA DE REGISTRO</b>																																			
<b>TITULO DEL ESTUDIO:</b>																																						
<b>PARÁMETROS ESTRUCTURALES:</b>																																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PARÁMETROS</th> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Peso Total de la Edificación (P) (Tn)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Configuración Estructural</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Coeficiente básico de Reducción ( R )</td> <td>X-X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Y-Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Factor de zona (Z)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Factor de uso o importancia (U)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Factor de amplificación sísmica ( C )</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Factor de suelo (S)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		PARÁMETROS		RESULTADOS		Peso Total de la Edificación (P) (Tn)				Configuración Estructural				Coeficiente básico de Reducción ( R )	X-X			Y-Y			Factor de zona (Z)				Factor de uso o importancia (U)				Factor de amplificación sísmica ( C )				Factor de suelo (S)			
PARÁMETROS		RESULTADOS																																				
Peso Total de la Edificación (P) (Tn)																																						
Configuración Estructural																																						
Coeficiente básico de Reducción ( R )	X-X																																					
	Y-Y																																					
Factor de zona (Z)																																						
Factor de uso o importancia (U)																																						
Factor de amplificación sísmica ( C )																																						
Factor de suelo (S)																																						
<b>CONSIDERACIONES DE DISEÑO:</b>																																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PARÁMETROS</th> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Parámetros y módulo de elasticidad de los materiales (Kg/cm<sup>2</sup>)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Módulo de Poisson</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Densidad de Muros</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Relación modular</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Axial en Muros (Tn)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Momentos en Muros (Tn - m)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Cortante en Muros (Tn)</td> <td>DIR X-X =</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DIR Y-Y =</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		PARÁMETROS		RESULTADOS		Parámetros y módulo de elasticidad de los materiales (Kg/cm <sup>2</sup> )				Módulo de Poisson				Densidad de Muros				Relación modular				Axial en Muros (Tn)				Momentos en Muros (Tn - m)				Cortante en Muros (Tn)	DIR X-X =			DIR Y-Y =		
PARÁMETROS		RESULTADOS																																				
Parámetros y módulo de elasticidad de los materiales (Kg/cm <sup>2</sup> )																																						
Módulo de Poisson																																						
Densidad de Muros																																						
Relación modular																																						
Axial en Muros (Tn)																																						
Momentos en Muros (Tn - m)																																						
Cortante en Muros (Tn)	DIR X-X =																																					
	DIR Y-Y =																																					
<b>OBSERVACIONES:</b>																																						
<b>AUTOR 1</b>		<b>AUTOR 2</b>		<b>ASESOR</b>																																		
FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:																																		
NOMBRE: Arana Díaz, María de los Ángeles		NOMBRE: Samané Murrugarra, Yris Alejandra		NOMBRE:																																		
FECHA:		FECHA:		FECHA:																																		

**ANEXO 4: Ficha de recolección de datos 3**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 3			
	<b>TESIS:</b>	" CARACTERIZACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, APORTICADO, ALBAÑILERÍA Y DUAL Y SU INCIDENCIA EN EL COSTO EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, CAJAMARCA 2021"	
	<b>TESISTAS:</b>	Arana Díaz, María de los Ángeles	<b>ASESOR</b> ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO
		Samané Murrugarra, Yris Alejandra	<b>FECHA DE REGISTRO</b>
<b>TITULO DEL ESTUDIO:</b>			
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>			
<b>ANALISIS SÍMICO:</b>			
		<b>RESULTADOS</b>	
<b>PARÁMETROS</b>			
Desplazamientos laterales (cm) (ESTÁTICO)	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Fuerza Cortante en la base (Tn) (ESTÁTICO)	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Aceleración espectral			
Periodo Fundamental de la Estructura	Tx = Ty =		
Fuerza Cortante Estática (Tn) (DINÁMICO)	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Fuerza Cortante Dinámica (Tn) (DINÁMICO)	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Efectos de torsión (tonf-m) (DINÁMICO)	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Momento de volteo (tonf-m) (DINÁMICO)	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Desplazamiento Máximo (cm)	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Desplazamiento Máximo de Entrepiso (cm)	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Cortante basal (Tonf)	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Máxima Deriva	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Factor de Escala	DIR X-X = DIR Y-Y =		
Factor de Seguridad	DIR X-X = DIR Y-Y =		
<b>AUTOR 1</b>		<b>AUTOR 2</b>	
FIRMA:		FIRMA:	
NOMBRE: Arana Díaz, María de los Ángeles		NOMBRE: Samané Murrugarra, Yris Alejandra	
FECHA:		FECHA:	
		<b>ASESOR</b>	
		FIRMA:	
		NOMBRE:	
		FECHA:	

