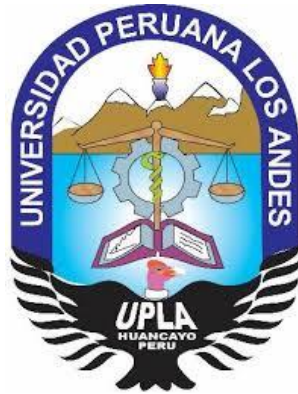


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**APLICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL
A PORTICADO PARA ANALIZAR EL
COMPORTAMIENTO SISMICO, EDIFICIO
LAVADO, HUANCAYO-2021**

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

AUTOR:

BACHILLER: NIETO JIMENEZ DANIEL

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:
NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**HUANCAYO – PERÚ
2021**

DEDICATORIA

A Dios, por la luz emanada de su sabiduría, misterio de fe que fundamento en mí, principios de apertura a un nuevo conocimiento y a la búsqueda permanente de la verdad oculta a nuestro sentido.

A mi familia, por todo lo duro que ha sido mi ausencia por la dedicación a esta titulación, pero con la esperanza, de que, con ella, lograr compartir un mundo mejor

A mi pareja Gheimy por apoyarme en todo y lograr la titulación y a mi hijo Eduardo Daniel que me impulso a lograr la meta.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios Jehová, por la oportunidad de la vida.

A mis padres y a mis hermanos, por todas las ganas y el impulso que me dieron para poder titularme apoyándome en todo lo que necesitaba, cuando en los momentos difíciles me dieron esperanza y las ganas de terminar con éxito.

A mi asesor Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza quien estuvo pendiente durante la elaboración de la tesis, A mis jurados quienes con sus observaciones y recomendaciones hicieron posible el informe final de la tesis.

ASESOR:
INGENIERO: CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE**

**ING. JULIO FREDY PORRAS MAYTA
JURADO**

**ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
JURADO**

**ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO**

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DE DOCENTE**

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS.....	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLA	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I:	16
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1. Planteamiento del problema de investigación	16
1.2. Formulación y sistematización del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Justificación	18
1.3.1. Social	18
1.3.2. Científica	18
1.3.3. Metodología.....	18
1.4. Delimitación.....	18
1.4.1. Delimitación espacial.....	18
1.4.2. Delimitación temporal	19
1.4.3. Delimitación geográfica.....	19
1.4.4. Delimitación económica	19
1.5. Limitaciones.....	19
1.6. Objetivos.....	19
1.6.1. Objetivo general.....	19
1.6.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II.....	21

MARCO TEÓRICO.....	21
2.1.1. Antecedentes.....	21
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	21
2.1.3. Antecedentes nacionales.....	23
2.2. Marco conceptual.....	26
2.2.1. Albañilería confinada.....	26
2.2.2. Diseño por Corte.....	29
2.2.3. Resistencia al Corte.	30
2.2.4. Importancia para la Estructuración.....	30
2.2.5. Muros de ductilidad limitada.....	31
2.2.6. Diseño por Corte.....	34
2.3. Definición de términos.....	37
2.4. Bases legales.....	40
2.5. Hipótesis.....	40
2.5.1. Hipótesis general:.....	40
2.5.2. Hipótesis específicas:.....	40
2.6. Variables:.....	41
2.6.1. Definición conceptual de la variable:.....	41
2.6.2. Operacionalización de la variable:.....	42
CAPÍTULO III.....	43
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.1. Método de investigación.....	43
3.2. Tipo de investigación.....	43
3.3. Nivel de investigación.....	43
3.4. Diseño de Investigación.....	43
3.5. Población y muestra.....	44
3.5.1. Población.....	44
3.5.2. Muestra.....	44
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.6.1. Técnicas:.....	44
3.6.2. Instrumento:.....	44

3.6.3. Documentales (mediante el análisis documental).....	45
3.7. Procesamiento de la información:.....	45
3.7.1. Trabajo de campo:	45
3.7.2. Trabajo de gabinete:.....	45
3.8. Procesamiento de la información.....	45
3.9. Técnicas y análisis de datos:.....	45
CAPÍTULO IV	47
RESULTADOS	47
4.1. Generalidades del proyecto.....	47
4.1.1. Ubicación del proyecto:	47
4.1.2. Características de la estructura:	48
4.1.3. Normas de diseño:	48
4.2. Análisis del sistema de muros estructurales:	49
4.2.1. Elementos estructurales:	49
4.2.2. Cargas verticales:.....	53
4.2.3. Parámetros de diseño:	53
4.2.4. Estimación de peso:	58
4.2.5. Resultados del análisis dinámico modal espectral:.....	60
CAPÍTULO V	70
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	70
5.1. Discusión de los desplazamientos laterales:	70
5.1.1. En el eje X – X:.....	70
5.1.2. En el eje Y – Y:.....	70
5.2. Discusión de las cortantes basales:	71
5.2.1. En el eje X – X:.....	71
5.2.2. En el eje X – X:.....	73
5.2.3. En el eje Y – Y:.....	74
5.3. Tipo de sistema estructural adecuado:	75
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
BILIOGRAFIA	78

ANEXOS.....	80
Anexos 1: Matriz de Consistencia	81
Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables	83
Anexos 3: Panel Fotográfico	84
Anexos 4: Planos	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Edificación de albañilería confinada.....	27
Figura 2 Muro de albañilería confinada, falla por corte que degenera en deslizamiento. Fuente: Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, Escamilo, J. (2017).....	30
Figura 3 Edificaciones con muros de ductilidad limitada Fuente: Muros de ductilidad limitada, Genner Villareal (2015).....	32
Figura 4 Obtención de M_n para amplificar fuerza cortante.....	34
Figura 5 Ubicación provincial	47
Figura 6 Dirección del edificio lavado	48
Figura 7 Dimensiones de las placas.....	50
Figura 8 1ra losa aligerada del sistema de muros estructurales.....	51
Figura 9 2da – 6ta losa aligerada del sistema de muros estructurales	52
Figura 10 Categoría de las edificaciones	55
Figura 11 Factor de ampliación sísmica	57
Figura 12 Espectro de respuesta para sistema de muros estructurales	59

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Tabla de métodos para determinar $f'm$ y $v'm$	27
Tabla 2 Cuadro de resistencias características de la albañilería	28
Tabla 3 Operacionalización de la variable independiente.	42
Tabla 4 Técnicas y análisis de datos.....	46
Tabla 5 Elementos estructurales del sistema de muros estructurales	49
Tabla 6 Factor de zona.....	54
Tabla 7 Clasificación de los perfiles de suelo	56
Tabla 8 Clasificación de suelos	56
Tabla 9 Periodos T_p y T_L	56
Tabla 10 Sistemas estructurales.....	58
Tabla 11 Peso del edificio en el sistema de muros estructurales	60
Tabla 12 Modos y periodo de vibración en el sistema de muros estructurales	60
Tabla 13 Desplazamientos laterales en el eje X – X en el sistema de muros estructurales.....	62
Tabla 14 Desplazamientos laterales en el eje Y – Y en el sistema de muros estructurales.....	63
Tabla 15 Parámetros de diseño en el sistema de muros estructurales	64
Tabla 16 Cortante dinámica en el eje X – X en el sistema de muros estructurales	65
Tabla 17 Cortante dinámica en el eje Y – Y en el sistema de muros estructurales	65
Tabla 18 Drifts en el eje X - X en el sistema de muros estructurales.....	67
Tabla 19 Cálculo de torsión en el eje X - X en el sistema de muros estructurales.....	67
Tabla 20 Drifts en el eje Y - Y en el sistema de muros estructurales.....	68
Tabla 21 Cálculo de torsión en el eje Y - Y en el sistema de muros estructurales.....	69
Tabla 22 Discusión de los desplazamientos laterales en el eje X – X.....	70
Tabla 23 Discusión de los desplazamientos laterales en el eje Y – Y	71
Tabla 24 Discusión de la cortante basal en el eje X - X.....	72
Tabla 25 Discusión de la cortante basal en el eje Y - Y.....	73
Tabla 26 Discusión de la torsión en el eje X - X.....	74
Tabla 27 Discusión de la torsión en el eje Y – Y	74

RESUMEN

La presente investigación titulada: “**APLICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO PARA ANALIZAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO, EDIFICIO LAVADO, HUANCAYO-2021**”, tuvo como objetivo general: ¿Qué efectos produce un tipo de sistema estructural en el comportamiento sismoresistente para el edificio lavado en la ciudad de Huancayo?, de donde se definió el objetivo general: Determinar los efectos que produce un tipo de sistema estructural en el comportamiento sismoresistente para el edificio lavado en la ciudad de Huancayo., la misma que nos planteó la hipótesis general: Un tipo de sistema estructural produce efectos significativos en el comportamiento sismoresistente para el edificio lavado en la ciudad de Huancayo. Con respecto a la metodología se utilizó el método científico, tipo de investigación aplicada nivel de investigación es descriptivo correlacional y su diseño de investigación fue considerada con la presente investigación fue el no experimental y con lo concerniente a la La población estuvo constituida por el edificio del distrito de El Tambo provincia de Huancayo y consecuentemente en el departamento de Junín y el tipo de muestreo fue el no aleatorio o no probabilístico o dirigido y que para efectos de esta investigación estuvo comprendido por el edificio Lavado ubicado en prolongación Trujillo en el distrito de el tambo de la ciudad de Huancayo y así poder deducir a edificios similares para generalizar y también porque el proyecto así lo exigía, todo esto llegando a la conclusión general que el sistema estructural más adecuado para un mejor comportamiento sismorresistente para el edificio Lavado en la ciudad de Huancayo es el de muros estructurales debido a que sus desplazamientos laterales demuestran que la estructura es rígida, la cortante basal nos indica que la carga sísmica será menor favoreciendo al presupuesto de la obra y se descarta la presencia de falla por torsión durante un evento sísmico.

Palabras clave: sistema aporticado, comportamiento sísmico

ABSTRACT

This research entitled: "APPLICATION OF THE STRUCTURAL SYSTEM SUPPORTED TO ANALYZE THE SEISMIC BEHAVIOR, BUILDING LAVADO, HUANCAYO-2021", had as general objective: What effects does a type of structural system produce on the earthquake-resistant behavior for the washed building in the city of Huancayo? , from which the general objective was defined: To determine the effects that a type of structural system produces in the earthquake-resistant behavior for the washed building in the city of Huancayo., the same that raised the general hypothesis: A type of structural system produces effects significant in the earthquake-resistant behavior for the washed building in the city of Huancayo. Regarding the methodology, the scientific method was used, type of applied research level of research is descriptive correlational and its research design was considered with the present research was non-experimental and with regard to the The population was constituted by the building of the district of El Tambo province of Huancayo and consequently in the department of Junín and the type of sampling was non-random or non-probabilistic or directed and that for the purposes of this research was comprised of the Lavado building located in the Trujillo extension in the district of El tambo of the city of Huancayo and thus be able to deduce similar buildings to generalize and also because the project required it, all this reaching the general conclusion that the most adequate structural system for a better earthquake-resistant behavior for the Lavado building in the city of Huancayo is the structural wall due to its displacements lat Erales show that the structure is rigid, the basal shear indicates that the seismic load will be lower favoring the budget of the work and the presence of torsion failure during a seismic event is ruled out.

Keywords: supported
system, seismic behavior

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Huancayo se ha notado una creciente en el sector construcción lo cual con lleva a necesidad de construcción de edificaciones que cumplan con todos los requisitos necesarios para tener la comodidad necesaria y la seguridad para la tranquilidad de los usuarios finales de la misma para se tiene en consideración que en nuestro medio es común el uso del sistema aporticado en edificios de notable altura, y tomando en cuenta que dicho sistema no ha demostrado tener un comportamiento sísmico adecuado en situaciones extremas en otros países con igual o mayor peligro sísmico que el Perú, se evidencia la importancia de plantear dos alternativas de sistema estructural sismo-resistente, como son: aporticado con muros de corte y paredes portantes, con el objetivo de demostrar que su comportamiento sísmico es similar o mejor que el aporticado, y que con su implantación en el medio que a la postre se podrá erigir edificaciones más seguras, y menos vulnerables ante sismos, la edificación que se consideró para el desarrollo de nuestra tesis es el edificio Lavado en la ciudad de Huancayo, en donde se consideraran ambos escenarios y con la respectiva comparación para determinar el sistema estructural más adecuado para un mejor comportamiento sismo-resistente, para una mejor comprensión esta investigación se divide en cinco capítulos, los mismos que están desarrollados de la siguiente manera:

- **En el Capítulo I:** Planteamiento del problema; donde se plantea el problema general y los problemas específicos, los objetivos tanto el general como los específicos, la justificación práctica y metodológica y, por último, la delimitación espacial y temporal.
- **En el Capítulo II:** Marco teórico; se desarrolla los estudios previos y la literatura necesaria para nuestra investigación mediante los antecedentes como el marco conceptual.

- **En el Capítulo III:** Metodología; se plantea la estructura medular de una investigación con el tipo de estudio, nivel de estudio, diseño de estudio y técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.
- **En el Capítulo IV:** Resultados; en este capítulo se muestra los resultados obtenidos de la investigación en cada proceso que tiene el trabajo de investigación.
- **En el Capítulo V:** Discusión; en este capítulo se muestra la discusión de resultado con otras investigaciones previas para encontrar la diferencia o la similitud de las conclusiones para enriquecer el método científico.

Bach. Daniel Nieto Jiménez

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema de investigación

A nivel mundial, desde hace muchos años atrás se viene evidenciado un gran crecimiento poblacional tanto así que hoy en día se tiene una tasa de crecimiento anual de 69.50%. Este crecimiento tiene como consecuencia un incremento proporcional en el sector de salud y educación. Es necesario recordar que la población en el mundo desde el año 1804 fue de 1 000 000 000 de habitantes, mientras que en el año 2011 se registró 7 000 000 000 habitantes, y conforme se va realizando las estimaciones para el año 2042 se tendrá una población de aproximadamente 2 018 000 000 000 para la fecha actual no se sabe el crecimiento poblacional pero se estima que para el año 2042 se tendrá una población de 9 000 000 000 000 (Fuente: Fondo de Población de la O.N.U.); esos crecimientos poblacionales, demanda de viviendas.

Según el Banco Mundial, el Perú ocupa el quinto lugar de los países de América Latina con una población aproximada de 29 500 000 habitantes, mientras que Brasil ocupa el primer lugar con 194 900 000 habitantes y México en un segundo lugar con 108 500 000 habitantes. El crecimiento poblacional a lo largo de los años en Perú, se comportó de la siguiente manera: en el año 1993 se tuvo registro de 22 639 443 habitantes, en el año 2005 se tuvo un registro aproximado de 27 219 264 habitantes y el último censo en el año 2016 se contabilizó una población total de 31 488 623 habitantes.

En un estudio reciente, se evidenció que, en la ciudad de Huancayo, los sistemas estructurales que mayor predominan, son el de albañilería confinada con un 63.20%, el aporticado con 26.14% y con otros sistemas estructurales con 10.65% (Delgado, 2018). Según la INEI, la informalidad de viviendas en Junín, para el año 2013 alcanzó un 52.41%, mientras que el año 2014 se registró un 52.22% y por último el año 2015 un 56.80 (I.N.E.I., 2018). Por las razones ya mencionadas y el hecho de encontrarnos en una zona de alta sismicidad, es necesario incluir en los cálculos un análisis estático y/o dinámico, que asegure el diseño sismo-resistente en las edificaciones y salvaguarde la vida e integridad de los habitantes.

En la construcción de infraestructuras siempre se busca economizar, es por ello que se debe usar el sistema estructural más económico y con mejores comportamientos ante sismos. Por lo tanto, se desarrolló el análisis estructural normativo del edificio administrativo en el sistema de concreto armado y albañilería confinada con una configuración arquitectónica idéntica para ambos sistemas propuestos. En tal sentido se realizó en las siguientes etapas: inicialmente se realizara un modelamiento, análisis sísmico estructural estático o de fuerzas equivalentes y análisis sísmico dinámico modal espectral para el sistema de concreto armado, considerando las limitaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, seguidamente se realiza el modelamiento, análisis sísmico estructural estático o de fuerzas equivalentes y análisis sísmico dinámico modal espectral para el sistema de albañilería confinada, considerando las limitaciones del reglamento Nacional de edificaciones, seguidamente para la comparación de resultados obtenidos en ambos sistemas estructurales, todo utilizando con la ayuda del software E.T.A.B.S., se realiza el modelo de cada edificio, y se verifica que cada uno cumpla con lo dispuesto en la normativa, seguidamente se realiza el diseño estructural según el código A.C.I. 318-21, de las vigas, columnas, losas y muros de corte, y se obtienen los planos estructurales.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de la aplicación del sistema estructural aporticado para analizar el comportamiento sísmico, edificio Lavado, en la ciudad de Huancayo?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el resultado de los desplazamientos laterales al aplicar el sistema estructural aporticado del edificio Lavado, en la ciudad de Huancayo?
- b) ¿Qué resultados se obtiene de la cortante basal al aplicar el sistema estructural aporticado del edificio Lavado, en la ciudad de Huancayo?
- c) ¿Cuál es el resultado de los efectos de torsión al aplicar el sistema estructural aporticado del edificio Lavado, en la ciudad de Huancayo?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

El presente trabajo de investigación permitirá identificar un adecuado proceso y poner en conocimiento un adecuado de diseño para viviendas multifamiliares, mediante la utilización de los sistemas estructurales para este tipo de edificaciones, el que finalmente forma para como un aporte para la contribución de todos los profesionales de la ingeniería civil entre otras carreras similares para logrará enriquecer parte de la formación obtenida en la universidad y retribuir a la sociedad.

1.3.2. Científica

La información recopilada y procesada servirá de sustento para esta y otras investigaciones similares o de punto de inicio para ampliar el conocimiento científico referido al tema a investigar y de esa manera enriquecer el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención.

1.3.3. Metodología

Para el desarrollo del proyecto se tendrá en consideración las normas vigentes del reglamento de edificaciones del Perú y las normas vigentes como la E.0.3.0 y E.0.7.0, las cuales muestran todos los requerimientos propios y específicos de las construcciones propias de la zona del distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación espacial

La presente investigación que tiene de título: (**APLICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO PARA ANALIZAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO, EDIFICIO LAVADO, HUANCAYO 2021**), se propone la siguiente delimitación de esta de investigación:

- Norte: urbanización la Molina
- Sur: urbanización nueva Incho
- Este: asociación barrios el porvenir

- Oeste: avenida prolongación Trujillo.

1.4.2. **Delimitación temporal**

La presente investigación se propuso el desarrollo desde diciembre, del 2020 hasta noviembre del 2021.

1.4.3. **Delimitación geográfica**

La presente investigación se encuentra ubicado en:

- Departamento: Junín
- Provincia: Huancayo
- Distrito: El tambo
- Lugar: Prol. Trujillo N° 715

1.4.4. **Delimitación económica**

La presente investigación titulada: **“APLICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO PARA ANALIZAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO, EDIFICIO LAVADO, HUANCAYO-2021”**, La investigación se realizó con los gastos propios del investigador, que asiendo a s/. 4800.00 soles.

1.5. **Limitaciones**

Las limitaciones de esta investigación están relacionadas al presupuesto de desarrollo, es decir no se dispone de suficientes recursos económicos, otras de las limitaciones serían las que se originan por no contar con especialistas en la materia en la región para obtener una guía de desarrollo acorde a las necesidades reales de cada zona sísmica del Perú.

1.6. **Objetivos**

1.6.1. **Objetivo general**

Evaluar y determinar el resultado de la aplicación del sistema estructural aporticado para analizar el comportamiento sísmico, edificio Lavado, en la ciudad de Huancayo.

1.6.2. **Objetivos específicos**

- a) Evaluar y analizar los desplazamientos laterales al aplicar el sistema estructural aporticado del edificio Lavado, en la ciudad de Huancayo.

- b) Determinar la cortante basal al aplicar el sistema estructural del edificio Lavado, en la ciudad de Huancayo.

- c) Determinar y analizar los efectos de torsión al aplicar el sistema estructural aporticado del edificio Lavado, en la ciudad de Huancayo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.1. Antecedentes

2.1.2. Antecedentes internacionales

- Viera & Campaña (2015). Desarrollo la tesis titulada “Análisis Comparativo de los Sistemas Estructurales: Aporticado y Muros Portantes, Edificio de 10 Pisos en Quito”, la presente investigación le permitió obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Central de Ecuador. Cuyo objetivo de la investigación fue: Comparar parámetros estructurales globales en dos alternativas constructivas, una aporticada y la otra estructura de la misma área con muros portantes, aplicadas para un edificio de diez pisos en la ciudad de Quito. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) El edificio con muros portantes presenta los mayores valores de cortante basal estático y dinámico, esto se debe a que este edificio tiene el mayor peso de las estructuras que se están comparando, esto quiere decir que el sismo le afectara más al edificio más pesado, 2) El edificio aporticado presenta derivas máximas mayores que el edificio con muros lo que lo hace menos rígido y a la vez más susceptible de daños. Estas derivas máximas suceden en el piso siete mientras que las derivas máximas del edificio con muros suceden en el piso diez, 3) El edificio con muros portantes nos da una limitación en la distribución de espacios, ya que una vez construido los muros portantes que a la vez son paredes divisorias no las podemos mover, podríamos hacer perforaciones, pero este hace que la rigidez varié en ese lugar.

- Cango (2010). Desarrollo la tesis titulada “Análisis Sismorresistente y Comparación de Costos en la Construcción de Edificaciones de Baja Altura con Mampostería de Relleno y Confinada”, la presente investigación le permitió obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica Particular de Loja. Cuyo objetivo de la investigación fue: Realizar el análisis del aporte de la mampostería a la rigidez en edificios de cuatro y cinco pisos. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) Al observar el comportamiento de las estructuras de mampostería con respecto a las de concreto se puede observar que la presencia de la mampostería en la estructura tiene fundamental participación en lo que se refiere a la distribución tanto de las fuerzas

laterales como del peso de la estructura, es por esto que deben tener una cimentación continua a lo largo del muro de mampostería, 2) El daño que tendrán los muros de mampostería está gobernado por las derivas laterales a las que están sometidas las estructuras ante un sismo, 3) De esta forma nos podemos dar cuenta que esta tipología estructural tiene ventajas de tipo económico en construcción de viviendas, y es aplicable en edificios de hasta seis piso, la aplicación de este método de construcción para edificios de mayor altura enfrenta incertidumbres en lo que corresponde a la rigidez, resistencia y capacidad de deformación.

- Chillagana, J. (2013). En este trabajo se analiza el sistema estructural de muros de ductilidad limitada o muros portantes, que se viene empleando en Quito desde la década del 90, principalmente para la construcción de viviendas de interés social. El sistema estructural consiste de muros delgados de hormigón armado de 10 cm de espesor con una malla electrosoldada central ($f_y = 500$ M.p.a). En los extremos varillas de refuerzo adicional ($f_y = 420$ M.p.a). Y con un $f'_c = 17.5$ M.p.a. Para el sistema de techos se utilizan losas macizas bidireccionales de hormigón con un espesor de 10 cm y con un $f'_c = 21$ M.p.a. Este sistema constructivo conlleva a menor tiempo de ejecución en la construcción, menor utilización de mano de obra y menor costo total con relación al sistema tradicional, en un porcentaje aproximado de 14%. Para el análisis de este sistema estructural se desarrolló un modelo tridimensional utilizando el programa de cálculo estructural E.T.A.B.S V.9.5. Para posteriormente interpretar los resultados que proporcionó dicho programa. (p. 188)
- Hernández (2012). Desarrollo la tesis titulada “Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada”, la presente investigación le permitió obtener el grado de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Cuyo objetivo de la investigación fue: el análisis y diseño estructural de un edificio de 5 pisos con tanque elevado destinado al uso de viviendas, ubicado en Lima. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) La distribución de muros de albañilería en la estructura tuvo que ajustarse a la geometría en planta para no generar efectos de torsión ante la posibilidad de un sismo. La simetría es fundamental para la eficiencia

del edificio en cuanto a costo y comportamiento sísmico, 2) En el análisis sísmico se empleó el coeficiente de reducción sísmico $R = 6$ como base del análisis. Es importante recalcar que dicho factor se comprobó posteriormente comparando la resistencia sísmica absorbida por las placas estructurales versus el cortante total en la base, cuyo valor requerido por la norma asciende al 80%, 3) La cultura de construcción informal que nos rodea actualmente, tiende a levantar alféizares y tabiques de albañilería sin elementos de arriostre (columnetas y vigas soleras). Al realizar el cálculo de diseño por carga sísmica perpendicular al plano en esta tesis, se comprueba la importancia del arriostamiento como fuente vital de la resistencia de estos elementos.

2.1.3. Antecedentes nacionales

- Granados, R. y López, J. (2012) En su tesis realizó el análisis y diseño en concreto armado de un edificio multifamiliar de cinco pisos ubicado en el distrito de chorrillos. El edificio diseñado se construirá sobre un relleno controlado de ingeniería con una capacidad portante de 10 ton/m². Como tema complementario se estudió la respuesta del edificio ante dos acelerogramas peruanos. El sistema estructural consiste en muros de ductilidad limitada de 10 cm de espesor. El sistema de techos utilizado es de losas macizas de 10 cm de espesor en todos los ambientes, con excepción de los baños y del hall de la escalera, en donde se utilizó espesores de 20 cm y 15 cm respectivamente. Para realizar el análisis estructural por cargas de gravedad y de sismo se desarrolló un modelo tridimensional que toma en cuenta la interacción entre muros perpendiculares. Las solicitaciones se obtuvieron de las normas técnicas E.020 (cargas) y E.030 (diseño sismorresistente). El diseño estructural de todos los elementos se realizó cumpliendo las especificaciones de la norma E.060. Para lograr una mejor distribución de las solicitaciones sísmicas se recurrió al uso de vigas de acoplamiento en la fachada anterior y posterior del edificio. Del presente trabajo se puede concluir que estructurar un edificio de pocos pisos con el sistema estructural de muros de ductilidad limitada resulta ventajoso desde el punto de vista de desplazamientos laterales y de cuantías de refuerzo. El edificio tuvo derivas de orden 0.6/1000 en la dirección X y 0.5/1000 en la dirección

y las cuantías de refuerzo fueron moderadas, lo que llevó a confirmar que los criterios de predimensionamiento fueron adecuados. Los acelerogramas empleados en el estudio complementario fueron los de La Molina del 9 de noviembre de 1974 y de pisco del 15 de agosto del 2007. Las señales fueron escaladas a 0.24 g para estudiar la respuesta del edificio ante un sismo con periodo de retorno de 43 años. Las derivas máximas obtenidas del análisis tiempo historia” fueron 0.30/1000 en la dirección X y 0.17/1000 en la dirección Y. para dicho análisis los muros se mantendrán dentro del rango elástico. (p. 47)

- Hernández (2012). Desarrollo la tesis titulada “Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada”, la presente investigación le permitió obtener el grado de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Cuyo objetivo de la investigación fue: el análisis y diseño estructural de un edificio de 5 pisos con tanque elevado destinado al uso de viviendas, ubicado en Lima. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) La distribución de muros de albañilería en la estructura tuvo que ajustarse a la geometría en planta para no generar efectos de torsión ante la posibilidad de un sismo. La simetría es fundamental para la eficiencia del edificio en cuanto a costo y comportamiento sísmico, 2) En el análisis sísmico se empleó el coeficiente de reducción sísmico $R = 6$ como base del análisis. Es importante recalcar que dicho factor se comprobó posteriormente comparando la resistencia sísmica absorbida por las placas estructurales versus el cortante total en la base, cuyo valor requerido por la norma asciende al 80%, 3) La cultura de construcción informal que nos rodea actualmente, tiende a levantar alféizares y tabiques de albañilería sin elementos de arriostre (columnetas y vigas soleras). Al realizar el cálculo de diseño por carga sísmica perpendicular al plano en esta tesis, se comprueba la importancia del arriostramiento como fuente vital de la resistencia de estos elementos.
- Cáceres, A y Enríquez, L. (2017). En la actualidad la realidad de Arequipa implica una gran demanda de viviendas multifamiliares debido al gran crecimiento poblacional, esto ha tenido como efecto un crecimiento en su gran mayoría

horizontal de las construcciones para uso de vivienda, dando como resultado un aumento en los gastos de dotación de servicios básicos; es por ello que en los últimos años ha surgido como alternativa la construcción de edificios de gran altura como solución óptima para satisfacer tal demanda. La construcción de edificios de gran altura, al requerir menor espacio para su emplazamiento, logra un menor impacto ambiental y un menor rendimiento en términos económicos en el momento de la construcción y posterior a ellos disminuye los gastos De dotación de servicios básicos tales como: agua, desagüe, electricidad, telefonía, transporte, etc. La problemática a veces también radica en no saber qué tipo de sistema usar si albañilería estructural o muros netamente de concreto armado (muros de corte), por motivos de costo. La presente tesis tiene por finalidad la puesta en práctica de los conocimientos obtenidos durante la formación de pregrado, buscando con el presente proyecto llegar al pleno arquitectónico hasta llegar al diseño de los elementos estructurales de dicho edificio tanto en albañilería estructural como también en muros de corte ya que este último sistema de construcción se está dando con más continuidad en nuestro medio. (p. 117)

- Shaquihuanga (2014). Desarrollo la tesis titulada “Evaluación del Estado Actual de dos Muros de Albañilería Confinada en las Viviendas del Sector Fila Alta - Jaén”, la presente investigación le permitió obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca. Cuyo objetivo de la investigación fue: evaluar el estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector de Fila Alta a través de las deficiencias técnicas y patologías presentes en dichas unidades de estudio. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) Las deficiencias técnicas obtenidas en el estudio es que el 100% de muros estudiados están conformados por unidades de albañilería del tipo king - kong artesanal. El 87% de muros de albañilería confinada del sector Fila Alta tienen espesores de juntas (vertical y horizontal) mayores a 1,5 cm. El 80% de muros se encuentran aplomados, mientras que el 18% se encuentran desplomados, 2) Las patologías presentes en los muros de albañilería del sector de Fila Alta fueron por grietas de nivel moderado en un 1,39%, grietas del nivel fuerte en un 11,12 %, mientras que un 2,76% presentan

grietas del tipo severo. El 23,60% de muros de albañilería del sector Fila Alta tienen presencia de eflorescencia del tipo moderado y a su vez el 13,90% presentan eflorescencia de nivel severo. El 37,6% de muros de albañilería presentan problemas de humedad.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Albañilería confinada.

La norma de Albañilería confinada (E070) vigente del año 2006, Nos indica lo siguiente con respecto a la albañilería confinada:

Las construcciones de albañilería serán diseñadas por métodos racionales basados en los principios establecidos por la mecánica y la resistencia de materiales. Al determinarse los esfuerzos en la albañilería se tendrá en cuenta los efectos producidos por las cargas muertas, cargas vivas, sismos, vientos, excentricidades de las cargas, torsiones, cambios de temperatura, asentamientos diferenciales, etc. El análisis sísmico contemplará lo estipulado en la norma técnica de edificación E030 Diseño Sismo-resistente, así como las especificaciones de la norma E070 Albañilería Confinada. Los elementos de concreto armado y de concreto ciclópeo satisfarán los requisitos de la norma técnica de edificación E.0.6.0 Concreto Armado, en lo que sea aplicable. Las dimensiones y requisitos que se estipulan en la norma E070 tienen el carácter de mínimos y no eximen de manera alguna del análisis, cálculo y diseño correspondiente, que serán los que deben definir las dimensiones y requisitos a usarse de acuerdo con la función real de los elementos y de la construcción. Como características generales podemos considerar, ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano, como se muestra en la Figura 1. Las unidades de albañilería a las que se refiere la norma E070 son ladrillos y bloques cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto como materia prima. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.



Figura 1 Edificación de albañilería confinada.
Fuente: Norma E070 - Comentada.

Como especificaciones generales podemos considerar, la resistencia de la albañilería a la compresión axial f'_m y al corte v'_m se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, como muestra en la Tabla 1:

Tabla 1
Tabla de métodos para determinar f'_m y v'_m

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f'_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v'_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

- A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.
B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621

Fuente: Norma E070

En caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados

en la Tabla 2, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto) para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos. (p. 40)

Tabla 2
Cuadro de resistencias características de la albañilería

Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: Norma E070.

La albañilería confinada es una técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda con elementos de concreto armado en todo su perímetro. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, (entre otros elementos. En este tipo de edificación 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 de vigas.

Debido a la presencia de muros portantes, el tipo de cimentación que se usa generalmente es el denominado cimiento corrido y sus medidas (base y peralte) dependen del tipo de suelo y la cantidad de pisos es decir peso de la edificación. (Concremax, 2017- abril. 15) Desde hace muchos años atrás, las viviendas de albañilería confinada son las construcciones más populares en las zonas urbanas del país y en la actualidad esta tendencia continúa. Por otro lado, cuando se esté a cargo de este tipo de obras se debe tener en cuenta tres factores:

- a) El diseño estructural.

- b) El control de los procesos constructivos.
- c) El control de la calidad de los materiales.

Es muy importante que considerar estos tres factores, ya que para una vivienda pueda soportar exitosamente los efectos devastadores de un terremoto, debe tener una estructura sólida, fuerte y resistente. Un sismo causará daños a una vivienda, si ésta carece de diseño estructural o si fue mal construida. La vivienda puede incluso derrumbarse, causando pérdidas materiales importantes, heridas graves a sus ocupantes y hasta la muerte de ellos. (Aceros Arequipa, 2017–Agosto.25).

2.2.2. Diseño por Corte

La falla por corte es común en los muros robustos con baja relación de esbeltez, debido a la forma en la cual se construye el muro tiende a sufrir una falla frágil, con poca capacidad de deformación. La falla por corte inicia con un agrietamiento diagonal en el paño de albañilería, como se muestra en Figura 2. Luego se va extendiendo hasta llegar a los extremos de las columnas de confinamiento, donde finalmente llegan a causar un daño excesivo y/o falla en el “muro debido a los constantes cambios de esfuerzos y cargas. Además, cuando existen muros con baja carga axial, no siempre la falla es por tracción diagonal, sino que es por deslizamiento, la cual tiene como característica una grieta casi horizontal muy próxima a la base, esto para cuando las fuerzas sometidas por el sismo inducen una fuerza mayor que la fuerza resistente a la fricción de la base del muro o la junta de mortero que une a las piezas de ladrillo.



Figura 2 Muro de albañilería confinada, falla por corte que degenero en deslizamiento. Fuente: Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, Escamilo, J. (2017).

2.2.3. Resistencia al corte.

La resistencia al corte ($V.m.$), de los muros con albañilería confinada con ladrillos, en cada entre piso se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V.m. = 0.5 v'm \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_g$$

Por otro lado, se debe cumplir que:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = V_e \cdot L / M_e \leq 1$$

Donde:

- a) V_m : Resistencia característica de la albañilería al corte.
- b) P_g : Carga gravitacional con 25% de sobrecarga.
- c) L : Longitud total del muro.
- d) t : Espesor efectivo del muro.
- e) V_e : Fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico.
- f) M_e : Momento flector del muro obteniendo del análisis elástico.
- g) α : Factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez.

2.2.4. Importancia para la Estructuración.

- Simplicidad: Se debe buscar simplicidad en la estructuración, ya que esta característica permite un mejor comportamiento durante los sismos, esto debido a que en una estructura simple se puede predecir mejor su comportamiento sísmico.
- Simetría: Para el modelo de una estructura se considera la simetría en ambas

direcciones para evitar los efectos torsionales ya que estos pueden debilitar la estructura.

- Resistencia: Para la estructuración empleada en el edificio multifamiliar se debe tener una resistencia adecuada por lo menos en las dos direcciones ortogonales con el fin de garantizar la estabilidad del edificio multifamiliar.
- Uniformidad y continuidad de estructura: Se debe considerar que la estructura sea continua tanto en planta como en elevación con en el fin de evitar concentraciones de esfuerzos y cambios bruscos de rigidez.
- Irregularidades Estructurales: Según la norma E030 Diseño Sismo-resistente actualizada del 2018, indica que se debe verificar las irregularidades tanto en planta como en altura y en caso haya más de una irregularidad se tomará en cuenta el menor valor para el cálculo final de coeficiente de reducción sísmica.

2.2.5. Muros de ductilidad limitada.

La norma de concreto armado (E.0.6.0) vigente del año 2009. Nos indica lo siguiente con respecto a los muros de ductilidad limitada:

La resistencia a la compresión del concreto será como mínimo de 18.M.Pa, salvo en los sistemas de transferencia donde deberá usarse como mínimo 26.M.pa. Las fuerzas de diseño se ajustarán a la acción simultánea de las cargas axiales, fuerzas cortantes y momentos flectores provenientes del análisis. En los sistemas estructurales de muros de ductilidad limitada, el espesor mínimo no deberá ser menor a 10cm. El diseño de las mezclas de concreto para los muros de espesores reducidos, deberá tomar en cuenta las condiciones de trabajabilidad para lograr un concreto homogéneo sin segregación ni cangrejas.

En los muros de ductilidad limitada se podrán usar mallas electrosoldadas de alambres corrugados con la finalidad reparta su refuerzo, para el refuerzo distribuido horizontal

y vertical se deberá tener en cuenta las cuantías Mínimas de refuerzo distribuido en el alma, horizontal y vertical. La cuantía mínima para el refuerzo horizontal no será menor que 0.002, la cuantía mínima para el refuerzo vertical no será menor que 0.0015. Así como los espaciamientos máximos de este refuerzo no debe exceder de tres veces el espesor de muro ni de 400 mm.

Se podrá usar malla electrosoldada como refuerzo repartido de los muros en edificios de hasta 3 pisos y en el caso de mayor número de pisos, se podrá usar mallas sólo en los pisos superiores, se deberá usar acero con resistencia real a la fluencia (obtenida en ensayos de laboratorio) no sea mayor que el esfuerzo de fluencia especificado f_y , en más de 125 Mpa. En el tercio inferior de la altura. Si se usa malla electrosoldada, para el diseño de muros, deberá emplearse como refuerzo de fluencia, el valor de $f_y = 420$ Mpa, Ver Figura 3.



Figura 3 Edificaciones con muros de ductilidad limitada Fuente: Muros de ductilidad limitada, Genner Villareal (2015).

Cabe resaltar que la norma sismo-resistente (E030), indica lo siguiente con respecto a los muros de ductilidad limitada: Las edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este

sistema se puede construir como máximo ocho pisos. Las experiencias que se tienen en la aplicación del sistema de muros de ductilidad limitada se han adquirido con el pasar de los años, pero ha recobrado mucha importancia a partir del año 2000. Desde ese año para adelante la construcción de edificaciones de M.D.L. ha sido muy, pero muy alta y sobre todo está dedicado a las clases de niveles C., D. porque este sistema de M.D.L. son a su vez todos muros portantes y muros de corte. Tienen un doble comportamiento, ante carga vertical y ante el efecto sísmico. Tenemos una norma que habla poco del sistema MDL. En estos muros, en inicio del año 2000, se empezó con una malla electrosoldada en la parte interior era una sola malla, muros de 10 cm de espesor, Respecto al número de pisos nuestra norma limita hasta 7 pisos, pero también tiene un acápite en el cual nos indica que se puede construir un poco más. En cuanto al sistema constructivo se entiende que es un sistema industrializado, con ausencia de vigas, columnas, es decir muros con losas entrepiso y cimentación. Nos han traído muchas ventajas desde el punto de vista económico, porque te puede reducir hasta el 50% lo que es el proceso constructivo en tiempos, comparado con el número pisos del sistema constructivo de albañilería confinada, que es el sistema tradicional, y el que más se ha investigado. También nos reduce costos, por lo tanto, es muy preferido en el mercado nacional, sobre todo en los niveles socioeconómicos C, D y hasta E. Desde el punto de vista sismo-resistente este sistema no ha tenido un comportamiento óptimo en sismos de larga duración. Si nosotros hacemos una memoria, los sismos peruanos del año 1970, en el caso de Chimbote, tuvo un aproximado de 80 segundos de duración y casi todos los sismos antiguos han tenido 80, 90 segundos de duración. Sin embargo, en los últimos tiempos los sismos peruanos han sido mucho más severos en cuanto a lo que es el comportamiento inelástico de los materiales, en cuanto a la duración del sismo. El sismo de Pisco del año 2007 tuvo una duración de más de 3 minutos, consecuentemente este tipo de material ya no trabaja en el rango elástico, sino trabaja dentro de un rango inelástico. Villareal, G. (2015).

2.2.6. Diseño por Corte.

Granados, R. y López, J. (2012). La fuerza cortante última de diseño (V_u) debe ser mayor o igual al cortante último proveniente del análisis estructural ($V_{u.a.}$), amplificado por el cociente entre el momento nominal asociado al acero colocado (M_n) y el momento último proveniente del análisis estructural ($M_{u.a.}$). De lo anterior se deriva la siguiente expresión:

$$V_u \geq V_{u.a.} \left(\frac{M_n}{M_{u.a.}} \right)$$

Para el cálculo de M_n se debe considerar como esfuerzo de fluencia efectivo $1.25 f_y$, es decir $f_{ye} = 1.24 \times 4200 = 5251 \text{ kg/cm}^2$, ver Figura 4.

El procedimiento descrito para el cálculo de la fuerza cortante última de diseño (V_u) se obtiene de buscar que el muro falle primero por flexión, de manera que la fuerza sísmica no aumente luego que ocurra esto. Es por esta razón que se le da una sobre resistencia al muro para la acción de la fuerza cortante.

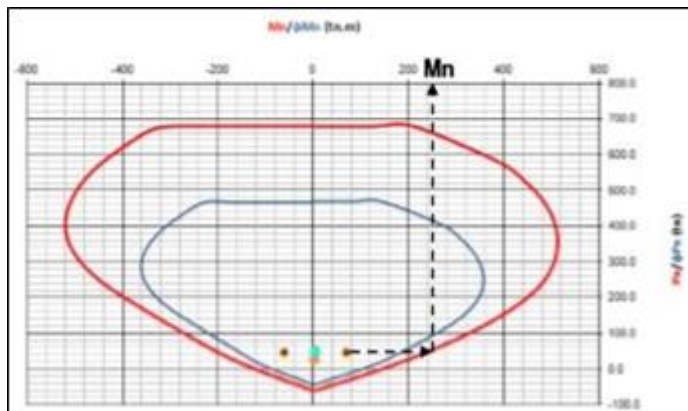


Figura 4 Obtención de M_n para amplificar fuerza cortante.

Fuente: Diseño de un edificio de muros de ductilidad limitada de cinco niveles, Granados, R. y López, J. (2012).

El valor máximo del cociente amplificador de la fuerza cortante es “R” ya que, si se llegase a amplificar por un factor mayor, estaríamos diseñando el muro para que trabaje en el régimen elástico y el reglamento además indica que para la mitad superior del edificio se podrá usar 1.5 como valor máximo del cociente ($M_n / M_{u.a.}$). Luego de conocida la fuerza cortante última de diseño se debe calcular la resistencia

al corte de los muros. La cual se podrá determinar con la siguiente expresión indicada en la norma de muros de ductilidad limitada:

$$\phi V_n = \phi (V_c + V_s) = \phi (A_c \cdot \alpha \cdot \sqrt{f'_c} + A_c \cdot \rho_h \cdot f_y)$$

Dónde:

- a) $\phi=0.85$ Factor de reducción de resistencia al cortante
- b) $A_c=0.85L$ Área de Corte en la dirección analizada
- c) ρ_h : Cuantía horizontal del muro
- d) α : Se calcula obteniendo el cociente entre la altura del muro

$$\alpha = 0.80, \text{ si } \frac{hm}{lm} \leq 1.50$$

$$\alpha = 0.53, \text{ si } \frac{hm}{lm} \geq 2.50$$

Si $1.50 \leq \frac{hm}{lm} \leq 2.50$, α se obtiene de interpolar linealmente.

De la expresión anterior se puede afirmar que mientras menor sea la relación entre la altura total del muro y la longitud del mismo, el aporte del concreto a la resistencia al cortante del muro será mucho más significativo, cabe resaltar que se debe considerar como un valor máximo de la resistencia nominal a la fuerza cortante el siguiente valor:

$$V_n < 2.7 \sqrt{f'_c} \cdot A_c$$

El diseño por corte fricción es parte del diseño por cortante. Para esto el refuerzo vertical distribuido se debe diseñar para garantizar una adecuada resistencia al cortante por fricción en la base de todos los muros. La resistencia al cortante por fricción se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$\phi V_n = \phi \mu (N_u + A_v \cdot f_y)$$

Donde:

- a) $\phi = 0.85$ Factor de reducción de resistencia al cortante
- b) $\mu = 0.60$ Módulo de fricción del concreto endurecido (sin tratamiento)
- c) $N_u = 0.90 N_m$ Fuerza normal última (en función de la carga muerta)
- d) $A_v = \rho_v * t * 100$ Área del refuerzo vertical (cm²).

Con los dos principios de diseño por fuerza cortante descritos anteriormente se debe calcular el refuerzo vertical y horizontal distribuido en el alma del muro de ductilidad limitada. Sin embargo, tales refuerzos deben cumplir con las siguientes limitaciones de cuantías mínimas:

$$\text{Si } V_u > \frac{\phi V_c}{2}, \text{ entonces } \rho_h \geq 0.0025 \text{ y } \rho_v \geq 0.0025$$

$$\text{Si } V_u < \frac{\phi V_c}{2}, \text{ entonces } \rho_h \geq 0.0020 \text{ y } \rho_v \geq 0.0015$$

$$\text{Si } \frac{h_m}{l_m} \leq 2, \text{ entonces } \rho_v \geq \rho_h$$

Es necesario considerar que dentro los próximos años se pueda presentar un sismo de gran magnitud en Lima, hace más de 50 años no se presenta un sismo severo en la ciudad de Lima. Por la evidencia científica detallada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP). Considerando que Lima es la ciudad más poblada del Perú y prácticamente el centro económico del país, se encontraría seriamente con daños económicos y la cantidad de pérdidas humanas, ya que actualmente la informalidad en la capital es todavía muy grande.

Las estructuras modernas de hasta 5 niveles son actualmente muros de ductilidad limitada, mientras que las conservadoras son de albañilería confinada. Las empresas constructoras deben tomar en cuenta estos dos tipos de estructuras, presentar correctos diseños, análisis y buscar parámetros con la finalidad de presentar proyectos económicos, sostenibles y seguros.

Considerando estos aspectos, las viviendas en la ciudad de Lima se encontrarán más seguras ante un eventual sismo de gran magnitud y los daños no serán perjudiciales

tanto económicamente como las vidas humanas. (pp. 51-55)

2.3. Definición de términos

- **Acero de refuerzo:** Anteriormente se mencionó algunas características del concreto entre ellas su limitada resistencia a la tracción. En el caso del concreto armado, el acero es el encargado de salvar dicha limitación, tiene una resistencia a la compresión del orden de 10 veces más que el concreto y a tracción la relación es de 100 veces más. El costo del acero es mucho mayor que el concreto, por lo tanto, la combinación de ambos es un balance adecuado para fabricar elementos resistentes y económicos.
- **Análisis por Falla a Tensión:** Este tipo de falla se da si el acero alcanza la resistencia máxima.
- **Análisis por Falla a Compresión:** Este tipo de falla se presenta si el contenido de acero es grande, el concreto puede alcanzar su capacidad máxima antes de que ceda el acero. Para una falla a compresión, $f_s < f_y$, ya que el acero permanece dentro del rango elástico. Se puede determinar el esfuerzo del acero en términos de la profundidad del eje neutro.
- **Análisis por Falla Balanceada:** En la falla balanceada, para una cuantía específica de acero, éste alcanza la resistencia de cedencia f_y y simultáneamente el concreto alcanza la deformación a compresión de la fibra extrema de 0.003.
- **Comportamiento de la Losa Aligerada:** Una losa aligerada está formada por viguetas de 10 cm de ancho, espaciadas 40 cm entre ejes y tiene una losa superior de 5 cm. En el Perú los aligerados usuales son de espesores: 17 cm, 20 cm, 25 cm, y 30 cm.
- **Cargas axiales:** Fuerza a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicado al centroide de la sección transversal del mismo produciendo esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial.
- **Carga:** Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos.

- **Carga muerta:** Consiste en el peso de los materiales, dispositivos de servicio equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo.
- **Cangrejeras:** Una cangrejera es una zona con vacío o bolsas de aire, con pérdida o separación de finos por causa de la segregación del concreto durante el vaciado.
- **Carga viva:** Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación.
- **Columna:** Es un elemento estructural con una relación entre altura y menos dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión. Según (Reglamento Nacional de Edificaciones – E.060, Concreto Armado).
- **Concreto:** Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. Según (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060, Concreto Armado).
- **Diseño de Secciones Simplemente Reforzadas:** Para “asegurar que los elementos tengan características deseables de advertencia visible, al igual que ductilidad razonable en la falla, se recomienda que el área del acero a tensión en los elementos simplemente reforzados” no exceda el 75% del área para una falla balanceada.
- **Espaciamiento Máximo de Varillas (por control de grietas):** El espaciamiento máximo de varillas para momento negativo en la parte superior de la losa será limitado por la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- **Losa:** Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo. Según (Reglamento Nacional de Edificaciones – E.060, Concreto Armado).
- **Refuerzo Mínimo y Máximo:** En momentos negativos el acero se distribuirá en las zonas de esfuerzo máximo y parte en zonas de ancho efectivo del ala. Se considerará

el total de la losa superior como efectiva y generalmente se recomienda que la armadura para momentos negativos se distribuya totalmente en la losa superior.

- **Refuerzo por Contracción y Temperatura:** En las estructuras de extensión considerable, como las losas, están sometidas a esfuerzos altos generados por la contracción por fragua y los cambios de temperatura, los que tienden a ocasionar agrietamiento pronunciados. Para evitar este fenómeno se requiere de una cierta cantidad de refuerzo, denominado comúnmente refuerzo de temperatura.
- **Resistencia de diseño:** Resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia que corresponda.
- **Resistencia del Concreto al Esfuerzo Cortante:** El esfuerzo cortante es una sollicitación que se presenta individualmente en casos muy excepcionales. En el laboratorio, se han obtenido resistencia que varían de $0.2f'_c$ a $0.85f'_c$; este rango tan amplio es explicable dada la dificultad que se tiene para aislar esta sollicitación de otras en los ensayos utilizados para su determinación.
- **Resistencia del Concreto a la Compresión:** Este parámetro es obtenido a través del ensayo de un cilindro estándar de 6" (15cm) de diámetro y de 12" (30 cm) de altura. La resistencia a la compresión (f'_c) se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra probadas a los 28 días.
- **Resistencia del Concreto a la Tracción:** La resistencia del concreto a la tracción es mucho menor que su resistencia a la compresión constituyendo aproximadamente entre un 8% a un 15% de esta. Para la determinación de este parámetro no se suele usar ensayos directos debido a las 20 dificultades que se presentan sobre todo por los efectos secundarios que generan los dispositivos de carga.
- **Muro estructural:** Este elemento estructural, generalmente es vertical, es empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos o líquidos. Según (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060, Concreto Armado).
- **Módulo de Elasticidad:** El módulo de elasticidad de un material es función del ángulo de la línea esfuerzo deformación y es una medida de la rigidez o resistencia a la deformación de dicho material. El concreto presenta un comportamiento

elastoplástico y por ello los esfuerzos no son directamente proporcionales a la deformación.

- **Magnitud:** La magnitud de un sismo es un número que busca caracterizar el tamaño de un sismo y la energía sísmica liberada. Se mide en una escala logarítmica, de tal forma que una cantidad de magnitud corresponde al incremento de la raíz cuadrada de 1000, o bien, de aproximadamente 32 veces su energía liberada.
- **Segregación:** La segregación es una técnica de separación mecánica en el que una mezcla de sólidos, con diferentes características materiales, se separa en fracciones con iguales características.
- **Vigas:** Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante. Según (Reglamento Nacional de Edificaciones – E.060, Concreto Armado).

2.4. Bases legales

El Reglamento Nacional de Edificaciones (M.V.C.S., 2006), considerando específicamente las siguientes normas:

- Norma E. 030 – Diseño sismo-resistente.
- Norma E.0.50 - Suelos y cimentaciones.
- Norma E.060 - Concreto armado.
- Norma E.070 - Albañilería confinada.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general:

Un tipo de sistema estructural produce efectos significativos en el comportamiento sismo-resistente para el edificio lavado en la ciudad de Huancayo. .

2.5.2. Hipótesis específicas:

- a) Un tipo de sistema estructural produce efectos significativos sobre los desplazamientos laterales del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo.

- b) Un tipo de sistema estructural produce efectos significativos en las cortantes basales del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo.

- c) Un tipo de sistema estructural produce efectos significativos En el efecto torsión del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo.

2.6. Variables:

2.6.1. Definición conceptual de la variable:

Comportamiento sísmico:

El comportamiento sísmico en las estructuras resulta ser en muchos casos deplorable, llegando incluso a presentar un estado de colapso total, principalmente cuando estas edificaciones estaban situadas sobre suelos blandos. Entre las fallas típicas ocurridas en el Perú y en el extranjero donde las más comunes son el deslizamiento de la losa del techo a través de la junta de construcción existente entre el techo (o la solera) y la última hilada del muro. Esta falla se produce cuando no existe refuerzo vertical que permita una adecuada transferencia de las fuerzas de inercia por corte-fricción, desde el techo hacia el muro. En tal situación, se recomienda crear una conexión dentada en la zona de unión solera-albañilería; o adicionar, en las esquinas del edificio, espolones de concreto armado capaces de contener el deslizamiento de la losa y el vaciamiento de muros perimétricos producido por acción sísmica perpendicular al plano del muro, favorecido por un débil encuentro contra la pared transversal (pese a la existencia de una conexión dentada). La zona de unión entre los muros ortogonales está sujeta a esfuerzos normales de tracción por lo que es necesario transmitirlos de un muro al otro, ya sea a través de una columna de concreto (muros confinados) o mediante el refuerzo horizontal (muros armados).

Variable Sistema apórtico:

es aquel cuyos elementos estructurales principales estén conectados a través de nudos formando pórticos resistentes en las dos direcciones principales de análisis (x e y) las mismas que esta conformadas de concreto armado con la misma dosificación columnas

vigas peraltadas, o chatas unidas en zonas de confinamiento donde forman Angulo de 90° en el fondo parte superior y lados laterales , es el sistema de los edificios porticados. Los que soportan las cargas muertas, las ondas sísmicas por estar unidas como su nombre lo indica un pórtico o tradicional consiste en el uso de columnas, losas y muros divisorios en ladrillo.

2.6.2. Operacionalización de la variable:

Tabla 3
Operacionalización de la variable independiente.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Sistema porticado	Geometría	relación (ancho-alto) simétrica y no simétrica
	resistencia de elementos estructurales	Compresión (F ² c) y Flexión (F'y)
	Dimensiones	luz, ancho y largo en metros
	Economía	Soles
comportamiento sísmico	desplazamientos laterales del edificio	Adimensionales
	cortantes basales del edificio	Toneladas
	efecto torsión	Adimensional

Fuente propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

La presente investigación consideró el método científico, debido a que este proporciona una serie de pasos ordenados y sistematizados para generar conocimiento confiable, el cual inicia en la observación, continua con el planteamiento del problema, el planteamiento de las hipótesis, realiza la experimentación y termina en las conclusiones para el tema estudiado” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que fue considerado en la presente tesis fue de tipo aplicada, debido a que para generar nuevo conocimiento se ha utilizado teorías existentes referente a la teorías y procesos contractivos para las edificaciones en las 2 alternativas a comparar y de esa manera evidenciar con la evaluación la relación que afecta el tipo de sistema estructural al comportamiento sísmico de cada una de ellas, todo esto con la finalidad de proponer la mejor alternativa de solución para la construcción ante un problema real.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación de la presente tesis fue el descriptivo correlacional, debido a que se caracterizó un fenómeno o situación, y ver su relación entre las 2 variables y como afecta uno a otro y su nivel de significancia.

3.4. Diseño de Investigación

El diseño de investigación que fue considerada con la presente investigación fue el no experimental, debido a que no se ninguna de las variables definidas, pero se vio su implicancia que tiene una en otra y además tuvo un corte transversal debido a que, la toma de información se realizó en un solo momento.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para **Hernández Sampieri, (2014)**, “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65). La población estuvo constituida por el edificio del distrito de El Tambo provincia de Huancayo y consecuentemente en el departamento de Junín.

3.5.2. Muestra

El tipo de muestreo fue el no aleatorio o no probabilístico o dirigido y que para efectos de esta investigación estuvo comprendido por el edificio Lavado ubicado en prolongación Trujillo en el distrito de el tambo de la ciudad de Huancayo y así poder deducir a edificios similares para generalizar y también porque el proyecto así lo exigía.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas:

A. Análisis documental

Fue una de las principales técnicas consideradas en la presente investigación, debido a que mediante ella se estableció los métodos de cálculo de las losas que se requerían comparar; la misma que tener información para poder planificar el trabajo en campo.

B. La observación:

Esta técnica fue utilizada mediante la ejecución del trabajo en campo, en el que mediante la cual se pueden determinar ciertas características en el terreno y la construcción de las losas.

3.6.2. Instrumento:

Para determinar las dimensiones se utilizaron unidades de medidas tradicionales, así como un software especializado para realizar la simulación correspondiente de cada losa a diseñar y ver su relación con la estructura en general.

3.6.3. Documentales (mediante el análisis documental)

Según (Carrasco, 2006, p.89) señala las técnicas para la recolección de información son mediante el análisis documental, donde todo objeto o elemento material que contiene información procesada sobre hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado y que poseen referencias valiosas (datos, cifras, fichas, índices, indicadores, etc.) para un trabajo de investigación.

3.7. Procesamiento de la información:

3.7.1. Trabajo de campo:

Para la ejecución de la investigación se realizó visitas a campo con la finalidad de obtener información referente a los parámetros que el método exige, basada en una ficha de campo y posterior se realizó la recolección de muestras, mediante calicatas, para poder estimar parámetros importantes del suelo como la resistencia y su composición

3.7.2. Trabajo de gabinete:

Se utilizará para el procesamiento de los datos obtenidos en campo a través de software especializados, para una mejor comprensión y tabulación de los valores obtenidos.

3.8. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información se realizó desde un enfoque del tipo cuantitativo, por lo que para la organización de los datos recolectados se utilizaron matrices de tabulación, junto a esquemas gráficos que facilitaron la interpretación de datos.

3.9. Técnicas y análisis de datos:

Para el análisis de datos se ha considerado un enfoque cuantitativo, por lo que se hizo uso de la estadística descriptiva para determinar promedios y características importantes de las muestras estudiadas, por lo que se obtuvo gráficos con los que se interpretó y analizó los resultados obtenidos en campo. Entre las técnicas estadísticas aplicadas en la presente investigación fueron las distribuciones de frecuencia, porcentajes, promedios, desviación estándar y gráficos de barras.

Las técnicas a emplearse serán la aplicación de instrumentos como encuestas, cuestionarios y análisis de campo que nos permitirán obtener datos de la unidad de análisis. Asimismo, se utilizará la estadística inferencial (Hipótesis Nula “H₀” y la Hipótesis Alternativa “H₁”), con la regla de decisión y su respectivo intervalo de confianza del 95% (α = 0,05 con un error de 5%) y su interpretación en base a los datos obtenidos. Una vez obtenidos los datos, se procederá a analizar cada uno de ellos, atendiendo a los objetivos y variables de la investigación, de manera tal que se contrastará las hipótesis con las variables y objetivos planteados, demostrando así la validez o invalidez de estas. Al final se formularán las conclusiones y sugerencias para mejorar la problemática investigada. En el cuadro se presentan los elementos estadísticos a emplearse en el trabajo de suficiencia profesional:

Tabla 4
Técnicas y análisis de datos

Nº	ESTADÍGRAFOS	FÓRMULAS ESTADÍSTICAS	SÍMBOLOS
01	Media Aritmética de los datos agrupados	$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot x}{n}$	\bar{x} = Media Aritmética X = Valor Central o Punto Medio de cada clase f = Frecuencia de cada clase $\sum f \cdot x$ = Sumatoria de los productos de la frecuencia en cada clase multiplicada por el punto medio de ésta. n = Número total de frecuencias.
02	Desviación Estándar Muestral para datos agrupados	$S = \sqrt{\frac{\sum f \cdot x^2 - \left(\frac{\sum f \cdot x}{n}\right)^2}{n-1}}$	S = Desviación estándar muestral x = Punto medio de una clase f = Frecuencias de clase. n = Número total de observaciones de la muestra

Fuente propia

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Generalidades del proyecto

4.1.1. Ubicación del proyecto:

El Edificio Lavado se encuentra ubicado en:

Departamento	:	Junín
Provincia	:	Huancayo
Distrito	:	El Tambo
Lugar	:	Prol. Trujillo N° 715

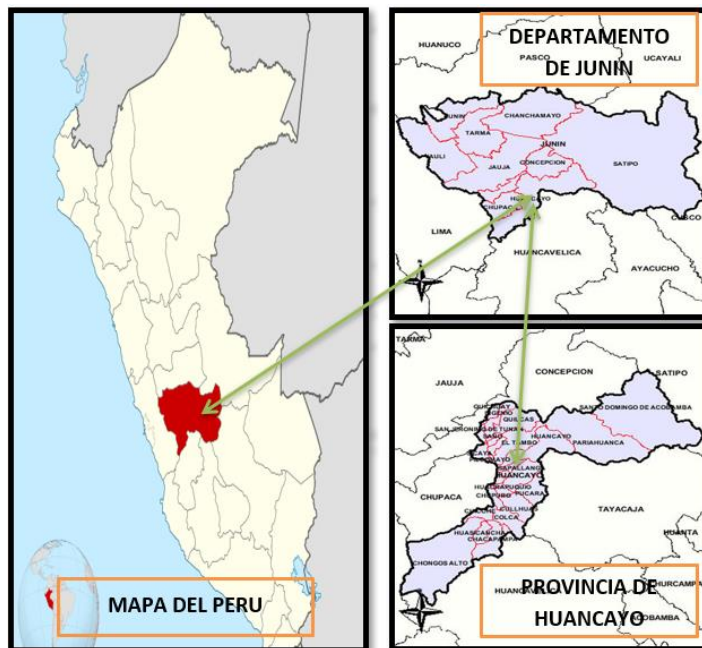


Figura 5 Ubicación provincial
Fuente: Imágenes google.



Figura 6 Dirección del edificio lavado

Fuente: Google maps.

4.1.2. Características de la estructura:

El edificio Lavado corresponde a una vivienda multifamiliar propiedad de la Sra. Gisela Tania Lavado López el cual está proyectado para la construcción de 7 niveles con una altura total de 20.30m. Los planos de arquitectura del inmueble fueron obtenidos directamente de la propietaria, de los cuales se obtendrán los datos necesarios para realizar los análisis teniendo en cuenta un sistema de muros estructurales y un sistema de albañilería confinada, para lo cual se aplicarán los softwares Etabs V.9.7.4 y Microsoft Excel, donde calcularemos el peso del edificio, los periodos fundamentales de vibración, desplazamientos laterales, cortantes basales y factores de torsión. Todos estos resultados serán comparados con las especificaciones de la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones mediante cuadrados comparativos para demostrar que tipo de sistema estructural brinda mejores beneficios al edificio Lavado.

4.1.3. Normas de diseño:

Se aplicaron las siguientes normas del Reglamento Nacional de Edificaciones:

- Norma Técnica de Edificaciones E.020 “Cargas”
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.30” Diseño Sismorresistente”
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.50” Suelos y Cimentaciones”
- Norma Técnica de Edificaciones E.060 “Concreto Armado”
- Norma técnica de Edificaciones E.070 “Albañilería”

4.1.1. Propiedades de los materiales:

A. Concreto:

- Resistencia a la compresión ($F'c$): 210 Kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E): 217370.65 Kg/cm²
- Peso específico (γ_c): 2400 Kg/cm³
- Módulo de poisson: 0.20

B. Albañilería:

- Resistencia de ladrillo (F_m): 65 Kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E): 32500 Kg/cm²
- Peso específico (γ_c): 1800 Kg/cm³
- Módulo de poisson: 0.25

4.2. Análisis del sistema de muros estructurales:

4.2.1. Elementos estructurales:

Los elementos estructurales fueron determinados respetando y siguiendo la recomendación de los planos de arquitectura, en la siguiente tabla se puede observar sus dimensiones:

Tabla 5
Elementos estructurales del sistema de muros estructurales

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES (cm)
Placa 1	Ver imagen
Placa 2	Ver imagen
Placa 3	Ver imagen
Placa 4	Ver imagen

Placa 5	Ver imagen
Placa 6	Ver imagen
Placa de ascensor	Ver imagen
VX-101	25x60
VX-102	25x40
VX-103	25x20
VY-101	30x60
VY-102	25x60
VY-103	30x50
VY-104	25x40
VCH-101	30x20
VB	25x20
Losa maciza	20
Losa aligerada	20

Fuente: Elaboración propia.

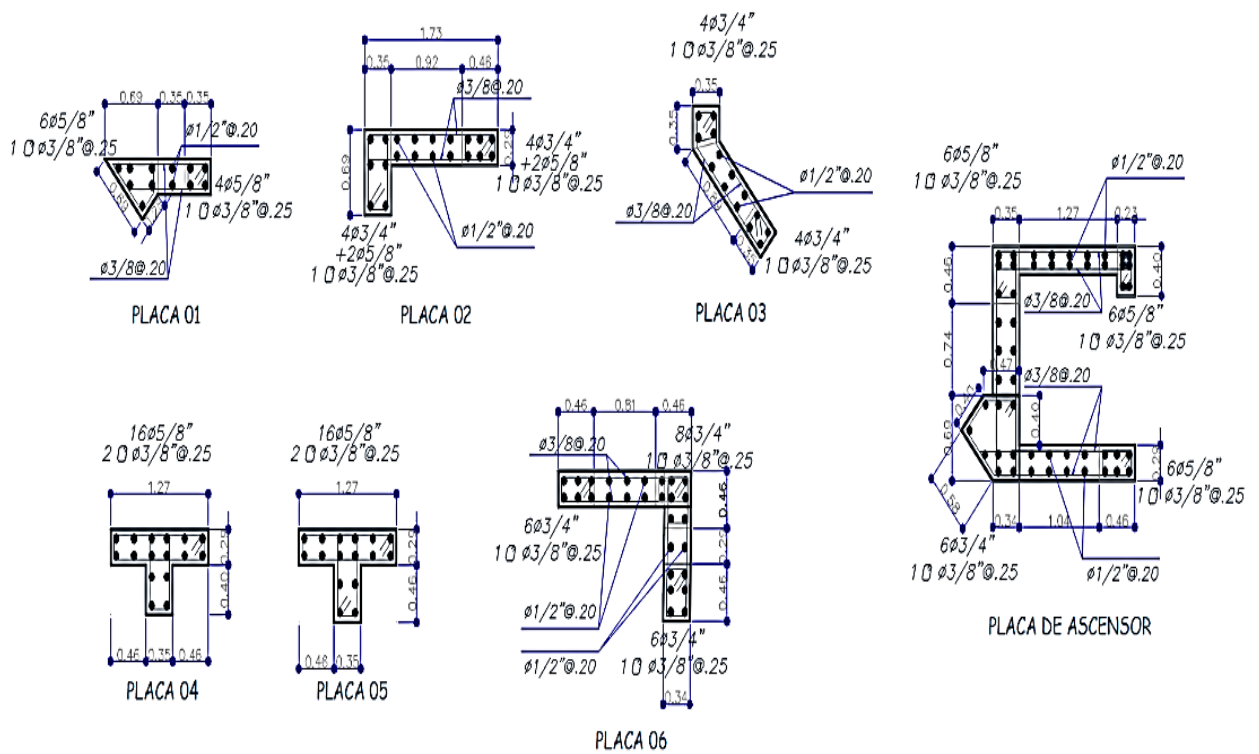


Figura 7 Dimensiones de las placas
Fuente: Elaboración propia.

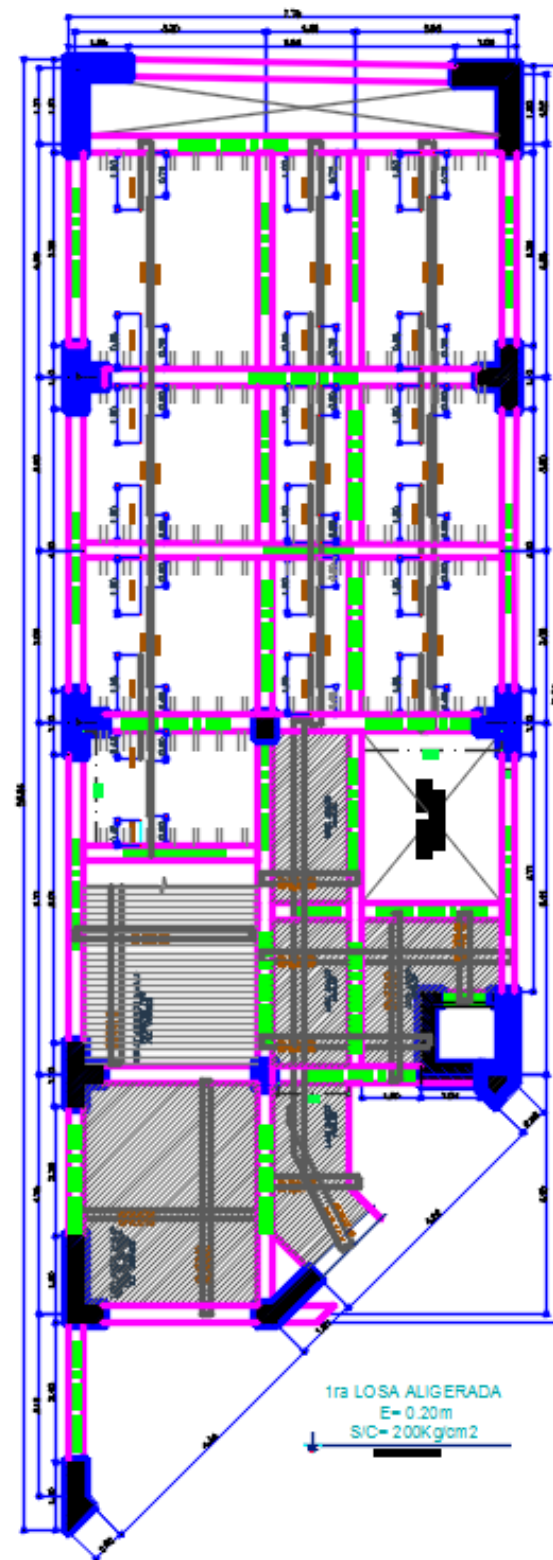


Figura 8 1ra losa aligerada del sistema de muros estructurales
Fuente: Elaboración propia.

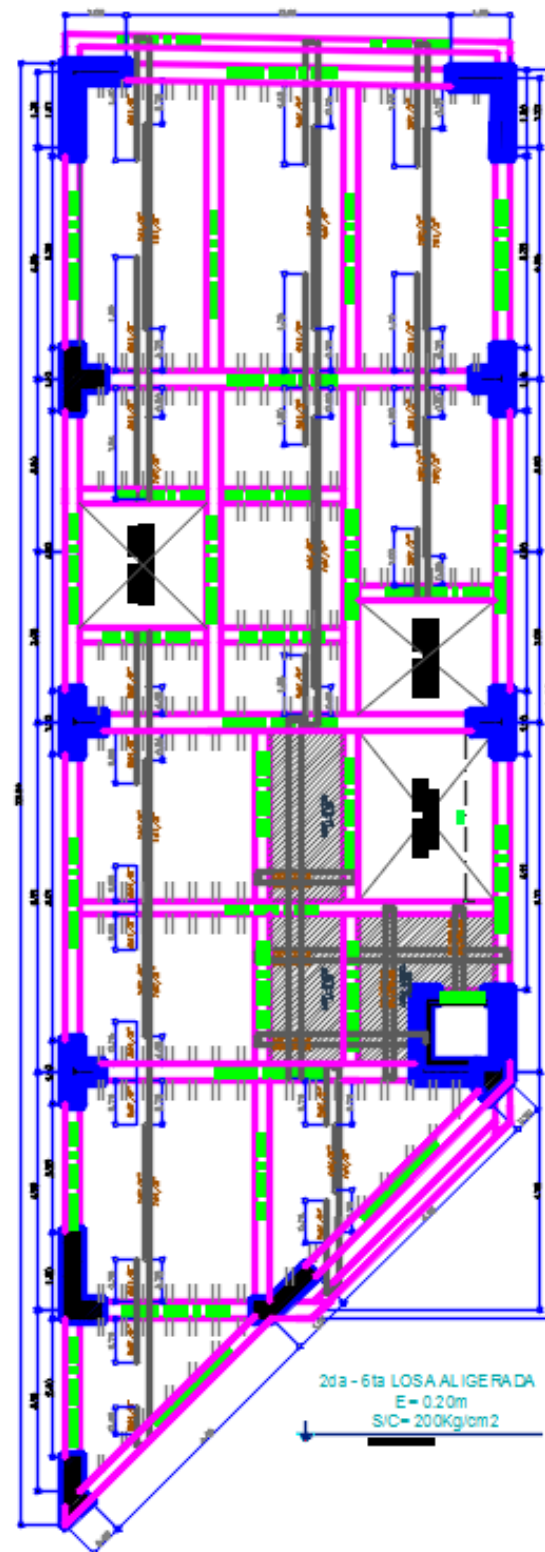


Figura 9 2da – 6ta losa aligerada del sistema de muros estructurales
Fuente: Elaboración propia.

Los planos estructurales del sistema de muros estructurales vienen adjuntos en los anexos de esta investigación:

4.2.2. Cargas verticales:

A. Carga muerta en el 1°, 2°, 3°, 4° y 5° nivel:

➤ Losa aligerada:	300 kg/m ²
➤ Acabados:	100 kg/m ²
➤ Tabiquería:	150 kg/m ²

B. Carga viva en el 1°, 2°, 3°, 4° y 5° nivel:

➤ Viviendas:	200 kg/m ²
➤ Corredores y escaleras:	200 kg/m ²

C. Carga muerta en 6° y 7° nivel:

Losa aligerada:	300kg/m ²
Acabados:	50kg/m ²
Parapeto:	270kg/m

D. Carga viva en 6° y 7° nivel:

Vivienda:	100kg/m ²
-----------	----------------------

4.2.3. Parámetros de diseño:

La norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones exige que se cumpla con los parámetros de diseño como son el factor de zona (Z), factor de uso (U), factor de ampliación sísmica (C), factor de ampliación de suelo (S), periodo largo (TL), periodo de plataforma (Tp) y el coeficiente de reducción sísmica (R), a continuación, determinamos cada uno de estos parámetros descritos:

A. Factor de zona (Z):

La ubicación del proyecto corresponde a la zona 3 del territorio nacional según la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, por lo tanto, el factor de zona (Z) es igual a 0.35.

Tabla 6
Factor de zona

Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0.10

Fuente: Norma E.030 del RNE.

B. Factor de uso (U):

El edificio Lavado corresponde a una vivienda multifamiliar y según la norma E.030 corresponde a la categoría C, por lo tanto, el factor de uso (U) será igual a 1.00.

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Figura 10 Categoría de las edificaciones

Fuente: Norma E.030 del RNE.

C. Factor de ampliación de suelo (S):

El estudio de mecánica de suelos determino que la capacidad portante del terreno el cual es igual a 1.10 Kg/cm² o 110Kpa.

Tabla 7
Clasificación de los perfiles de suelo

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	N_{60}	S_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma E.030 del RNE.

El perfil de suelo se clasifica como S1 el cual corresponde a un suelo rígido. Para determinar el factor de suelo S aplicamos la siguiente tabla:

Tabla 8
Clasificación de suelos

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z_3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_1	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma E.030 del RNE.

Ya que nos encontramos en la zona 3 y tenemos un tipo de suelo S1, nuestro factor de suelo es igual a 1.00.

D. Periodo largo (TL) y periodo de plataforma (Tp):

Los determinamos aplicando la siguiente figura:

Tabla 9
Periodos Tp y TL

PERÍODOS “T _p ” Y “T _L ”				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma E.030 del RNE.

El periodo de plataforma y periodo largo será igual a 0.40 y 2.50 respectivamente.

E. Factor de ampliación sísmica (C):

Para determinar este parámetro, aplicamos las ecuaciones descritas en la siguiente figura:

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

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

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

Figura 11 Factor de ampliación sísmica

Fuente: Norma E.030 del RNE.

Este factor será determinado más adelante debido a que es necesario conocer el periodo fundamental de vibración (T).

F. Coeficiente básico de reducción sísmica (R):

El sistema estructural a analizar consta de muros estructurales de concreto armado en ambas direcciones y según la siguiente figura nuestro coeficiente básico de reducción sísmica será igual a 6.00.

Tabla 10
Sistemas estructurales

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

Fuente: Norma E.030 del RNE.

G. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas:

La estructura no cuenta con irregularidades por lo tanto el factor de reducción sísmica seguirá siendo igual a 6.00.

4.2.4. Estimación de peso:

Según la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones para edificaciones de categoría C se tomará el 100% de la carga muerta más el 25% de la viva.

4.2.4.1. Análisis dinámico modal espectral:

Se aplicará este método debido a que la estructura cuenta con 20.30m de altura y se encuentra ubicado en la zona 3 del territorio nacional.

A. Espectro pseudo – aceleraciones:

El espectro de respuesta se determina aplicando los parámetros de diseño descrito anteriormente y la ecuación n° 01.

$$Sa = \frac{Z*U*C*S}{R} * g \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Sa: Aceleración espectral

G: Aceleración de la gravedad.

El espectro de respuesta fue elaborado en una hoja de cálculo Excel tanteando el periodo fundamental de vibración (T) desde 0.020s hasta 10.00s, el cual viene adjunto en los anexos de esta investigación.

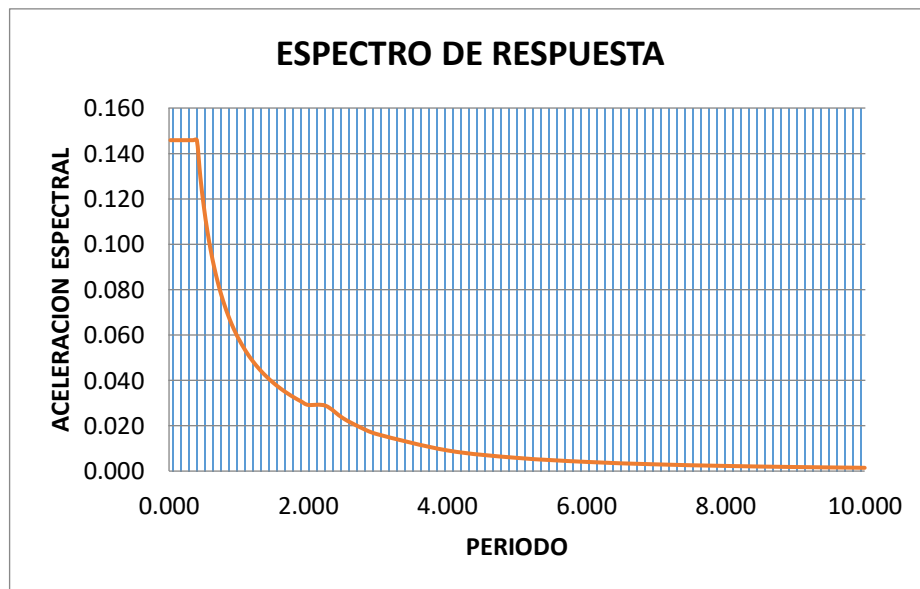


Figura 12 Espectro de respuesta para sistema de muros estructurales

Fuente: Elaboración propia.

Se elaboró un solo espectro de respuesta debido a que el sistema estructura es de muros estructurales en ambas direcciones.

4.2.5. Resultados del análisis dinámico modal espectral:

A. Peso de la edificación:

El peso del edificio se determina multiplicando las masas de cada nivel por la aceleración de la gravedad, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11
Peso del edificio en el sistema de muros estructurales

N° DE PLANTA	DIAFRAGMA	MASA EN "X"	MASA EN "Y"
7° PLANTA	D7	4.23	4.23
6° PLANTA	D6	9.83	9.83
5° PLANTA	D5	9.83	9.83
4 ° PLANTA	D4	9.83	9.83
3 ° PLANTA	D3	9.83	9.83
2 ° PLANTA	D2	9.83	9.83
1 ° PLANTA	D1	10.12	10.12
PESO DEL EDIFICIO (Tn)		622.94	

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, el peso de la edificación es de 622.94 Tn, este resultado será utilizado para determinar la cortante estática de la estructura.

B. Modos y periodo fundamental de vibración:

Cada nivel se diseñó con 3 modos de vibración como lo recomienda la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones haciendo un total de 21 modos de vibración.

Tabla 12
Modos y periodo de vibración en el sistema de muros estructurales

CASO	MODOS	PERIODO (seg)	UX	UY	RZ
MODAL	1	0.695	78.235	0.258	11.259
MODAL	2	0.678	0.125	74.520	3.589
MODAL	3	0.605	8.651	0.952	72.159

MODAL	4	0.223	0.440	1.235	2.732
MODAL	5	0.213	0.310	10.114	0.589
MODAL	6	0.193	2.474	1.789	0.855
MODAL	7	0.129	0.081	1.589	0.789
MODAL	8	0.120	0.415	0.276	0.119
MODAL	9	0.110	0.110	0.754	0.358
MODAL	10	0.100	0.000	0.619	0.465
MODAL	11	0.095	0.754	2.587	1.039
MODAL	12	0.095	0.610	0.589	0.854
MODAL	13	0.087	2.587	0.855	0.119
MODAL	14	0.077	0.589	0.789	0.124
MODAL	15	0.075	0.845	0.119	1.852
MODAL	16	0.051	0.789	0.358	1.789
MODAL	17	0.049	0.125	0.465	0.258
MODAL	18	0.045	0.358	1.039	0.369
MODAL	19	0.040	0.425	0.854	0.125
MODAL	20	0.038	1.235	0.119	0.511
MODAL	21	0.035	0.854	0.124	0.111

Fuente: Elaboración propia.

El periodo fundamental de vibración para el eje X – X es igual a 0.695s, para el eje Y – Y es igual a 0.678s y para el eje Z – Z es igual la 0.605s, con estos datos se puede determinar el factor de ampliación sísmica descrito en el ítem 4.2.3.E para determinar la cortante estática.

C. Análisis de los desplazamientos laterales:

El desplazamiento lateral máximo para estructuras de concreto armado es igual a 0.007 según la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, caso contrario la estructura sería clasificado como flexible y corre el riesgo de colapsar durante un evento sísmico.

El software etabs nos determina el desplazamiento normal, el cual debe ser transformado al desplazamiento elástico aplicando la siguiente ecuación:

$$De = Ux * 0.75 * R \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

De: Desplazamiento elástico (cm)

Ux: Desplazamiento normal (cm)

R: Coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

Luego calculamos el desplazamiento lateral aplicando la siguiente ecuación:

$$D_i = \frac{De1-De2}{H} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

Di: Desplazamiento lateral.

De1: Desplazamiento elástico del piso a calcular.

De2: Desplazamiento elástico del piso anterior

H: Altura de piso.

a. En el eje X – X:

En la siguiente tabla se muestran los desplazamientos laterales para para el eje X – X:

Tabla 13

Desplazamientos laterales en el eje X – X en el sistema de muros estructurales

N° DE PLANTA	UX (cm)	DESPLAZAMIENTOS ELASTICOS	ALTURA DE PLANTA	DESPLAZAMIENTOS LATERALES
7° PLANTA	1.65	7.43	280	0.0050
6° PLANTA	1.34	6.03	280	0.0018
5° PLANTA	1.23	5.54	280	0.0045
4° PLANTA	0.95	4.28	280	0.0027
3° PLANTA	0.78	3.51	280	0.0042
2° PLANTA	0.52	2.34	280	0.0018
1° PLANTA	0.41	1.85	350	0.0053

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, los desplazamientos laterales de todos los niveles son menores a 0.007, por lo tanto, el eje X – X es rígido y no se producirán fallas durante un movimiento sísmico.

b. En el eje Y – Y:

En la siguiente tabla se muestran los desplazamientos laterales para para el eje Y – Y:

Tabla 14
Desplazamientos laterales en el eje Y – Y en el sistema de muros estructurales

N° DE PLANTA	UY (cm)	DESPLAZAMIENTOS ELASTICOS	ALTURA DE PLANTA	DESPLAZAMIENTOS LATERALES
7° PLANTA	1.43	6.44	280	0.0031
6° PLANTA	1.24	5.58	280	0.0032
5° PLANTA	1.04	4.68	280	0.0024
4° PLANTA	0.89	4.01	280	0.0024
3° PLANTA	0.74	3.33	280	0.0042
2° PLANTA	0.48	2.16	280	0.0045
1° PLANTA	0.20	0.90	350	0.0026

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, los desplazamientos laterales de todos los niveles son menores a 0.007, por lo tanto, el eje Y – Y es rígido y no se producirán fallas durante un movimiento sísmico.

D. Análisis de la cortante basal:

Para estructuras regulares, el 80% de la cortante basal estática debe ser menor al 100% de la cortante basal dinámica en ambos ejes, caso contrario las cargas estarán desequilibradas.

a. Cálculo de la cortante basal estática:

Para determinar la cortante estática, debemos calcular el factor de ampliación sísmica aplicando los criterios de la figura mencionado en el

ítem 4.2.3E., para esto haremos uso de los periodos fundamentales de vibración y los periodos de plataforma. Para el eje X – X es igual a 1.44 y para el eje Y – Y es igual a 1.47.

La cortante basal estática se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$VS = \frac{Z*U*C*S}{R} * P \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

Vs: Cortante estático.

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso.

C: Factor de ampliación sísmica.

S: Factor de suelo.

R: Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas.

P: Peso del edificio.

Tabla 15
Parámetros de diseño en el sistema de muros estructurales

DESCRIPCION	FACTOR
Factor de zona "Z":	0.35
Factor de uso "U":	1.00
Factor de suelo "S":	1.00
Periodo de zona "TL"	2.50
Periodo de plataforma "TP"	0.40
Factor de ampliación "Cx":	1.44
Factor de ampliación "Cy":	1.47
Coeficiente de reducción	6.00
Factor de irregularidad "Ia":	1.00
Factor de irregularidad "Ip":	1.00
Coeficiente de reducción "Rx":	6.00
Coeficiente de reducción "Ry":	6.00
Peso del edificio (Tn)	622.94

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando datos en la ecuación n° 4 calculamos la cortante estática para los ejes X – X e Y – Y los cuales son iguales a 52.28Tn y 53.29Tn respectivamente.

b. Cálculo de la cortante basal dinámica:

El software etabs nos determina la cortante dinámica automáticamente para ambos ejes, los cuales se pueden observar en las siguientes tablas:

Tabla 16

Cortante dinámica en el eje X – X en el sistema de muros estructurales

N° DE PLANTA	CARGA	LOCACION	CORTANTE EN "X"
7° PLANTA	DINXX	BOTTOM	1.26
6° PLANTA	DINXX	BOTTOM	3.53
5° PLANTA	DINXX	BOTTOM	10.63
4° PLANTA	DINXX	BOTTOM	18.43
3° PLANTA	DINXX	BOTTOM	26.25
2° PLANTA	DINXX	BOTTOM	34.07
1° PLANTA	DINXX	BOTTOM	41.84

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Cortante dinámica en el eje Y – Y en el sistema de muros estructurales

N° DE PLANTA	CARGA	LOCACION	CORTANTE EN "Y"
7° PLANTA	DINYY	BOTTOM	1.89
6° PLANTA	DINYY	BOTTOM	6.57
5° PLANTA	DINYY	BOTTOM	13.81
4° PLANTA	DINYY	BOTTOM	21.16
3° PLANTA	DINYY	BOTTOM	28.36
2° PLANTA	DINYY	BOTTOM	35.61
1° PLANTA	DINYY	BOTTOM	42.91

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas anteriores se puede observar que la cortante dinámica para el eje X – X es igual a 41.84Tn y para el eje Y – Y es igual a 42.91Tn.

c. Factor de escala:

Como se mencionó anteriormente, el 80% de la cortante estática debe ser menor al 100% de la cortante dinámica, posteriormente se calcula el factor de escala sísmica aplicando la siguiente ecuación:

$$Fe = \frac{0.80*Ve}{Vd} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

Fe: Factor de escala

Ve: Cortante estática (Tn)

Vd: Cortante dinámica (Tn)

Reemplazando datos en la ecuación n° 5 obtenemos un factor de escala en el eje X – X igual a 0.9997 y en el eje Y – Y igual a 0.9991. El factor de escala nos indica el porcentaje de ampliación de las cargas sísmicas que debemos realizar, el cual a su vez aumenta el presupuesto de la obra debido a la cantidad de acero que llevaran los elementos estructurales.

E. Análisis de la torsión:

La norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que existe torsión si la relación entre el máximo desplazamiento relativo de entrepiso (Drift) y el desplazamiento lateral es mayor que 1.20.

$$\frac{Drift}{Desplazamiento laterales} < 1.20 \dots\dots\dots (6)$$

El software etabs nos determina los drift elásticos los cuales deben ser transformados a drift inelásticos aplicando la ecuación n° 2, estos resultados deber ser menores a 0.007 para que la estructura se clasifique como rígido.

a. Para el eje X – X:

Los drifts inelásticos en el eje X – X podemos observarlos en la siguiente tabla:

Tabla 18
Drifts en el eje X - X en el sistema de muros estructurales

N° DE PLANTA	CARGA	DRIFT ELASTICO	DRIFT INELASTICO
7° PLANTA	DINXX	0.00121	0.0054
6° PLANTA	DINXX	0.00042	0.0019
5° PLANTA	DINXX	0.00119	0.0054
4° PLANTA	DINXX	0.00067	0.0030
3° PLANTA	DINXX	0.00103	0.0046
2° PLANTA	DINXX	0.00045	0.0020
1° PLANTA	DINXX	0.00121	0.0054

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que los drift inelásticos son menores a 0.007 por lo tanto podemos aplicar la ecuación n° 6 para determinar si la estructura es propensa a sufrir torsión.

Tabla 19
Cálculo de torsión en el eje X - X en el sistema de muros estructurales

N° DE PLANTA	DERIVA DE UN PUNTO EXTREMO	DERIVA DE CENTRO DE MASAS	FACTOR
7° PLANTA	0.0054	0.0050	1.093
6° PLANTA	0.0019	0.0018	1.069
5° PLANTA	0.0054	0.0045	1.190
4° PLANTA	0.0030	0.0027	1.110

3° PLANTA	0.0046	0.0042	1.104
2° PLANTA	0.0020	0.0018	1.145
1° PLANTA	0.0054	0.0053	1.033

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se observa que los factores son menores a 1.20 en todos los niveles, por lo tanto, se descarta la presencia de torsión en el eje X – X durante un movimiento sísmico.

b. Para el eje Y – Y:

Los drifts inelásticos en el eje Y – Y podemos observarlos en la siguiente tabla:

Tabla 20
Drifts en el eje Y - Y en el sistema de muros estructurales

N° DE PLANTA	CARGA	DRIFT ELASTICO	DRIFT INELASTICO
7° PLANTA	DINYY	0.00075	0.0034
6° PLANTA	DINYY	0.00072	0.0032
5° PLANTA	DINYY	0.00062	0.0028
4° PLANTA	DINYY	0.000630	0.0028
3° PLANTA	DINYY	0.000950	0.0043
2° PLANTA	DINYY	0.001089	0.0049
1° PLANTA	DINYY	0.000682	0.0031

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que los drift inelásticos son menores a 0.007 por lo tanto podemos aplicar la ecuación n° 6 para determinar si la estructura es propensa a sufrir torsión.

Tabla 21
Cálculo de torsión en el eje Y - Y en el sistema de muros estructurales

N° DE PLANTA	DERIVA DE UN PUNTO EXTREMO	DERIVA DE CENTRO DE MASAS	FACTOR
7° PLANTA	0.0034	0.0031	1.11
6° PLANTA	0.0032	0.0032	1.01
5° PLANTA	0.0028	0.0024	1.16
4° PLANTA	0.0028	0.0024	1.18
3° PLANTA	0.0043	0.0042	1.02
2° PLANTA	0.0049	0.0045	1.09
1° PLANTA	0.0031	0.0026	1.19

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, los factores son menores a 1.20 por lo tanto no se presentará torsión en la dirección Y - Y.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de los desplazamientos laterales:

Esta evaluación determina que el sistema estructural aporticado cuenta con mayor rigidez para tener un buen desempeño durante un movimiento sísmico.

5.1.1. En el eje X – X:

En la siguiente tabla se puede observar los desplazamientos laterales en el eje X – X del sistema estructural aporticado evaluado:

Tabla 22
Discusión de los desplazamientos laterales en el eje X – X

N° DE PLANTA	SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES
7° PLANTA	0.0050
6° PLANTA	0.0018
5° PLANTA	0.0045
4° PLANTA	0.0027
3° PLANTA	0.0042
2° PLANTA	0.0018
1° PLANTA	0.0053

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que los desplazamientos laterales en el eje X – X de ambos sistemas estructurales se encuentran por debajo de los máximos admisibles, por lo tanto, son rígidos y tendrán un buen desempeño durante un movimiento sísmico.

5.1.2. En el eje Y – Y:

En la siguiente tabla se puede observar los desplazamientos laterales en el eje Y – Y del sistema estructural evaluado:

Tabla 23
Discusión de los desplazamientos laterales en el eje Y – Y

N° DE PLANTA	SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES
7° PLANTA	0.0031
6° PLANTA	0.0032
5° PLANTA	0.0024
4° PLANTA	0.0024
3° PLANTA	0.0042
2° PLANTA	0.0045
1° PLANTA	0.0026

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que los desplazamientos laterales en el eje Y – Y el sistema estructural aporticado se encuentran por debajo de los máximos admisibles, por lo tanto, son rígidos y tendrán un buen desempeño durante un movimiento sísmico.

5.2. Discusión de las cortantes basales:

La cortante basal nos determina un factor de ampliación sísmica el cual provoca que los elementos estructurales sean reforzados con una mayor cantidad de acero aumentando el presupuesto de la obra, por este motivo, es preferible que el factor de escala sea lo más mínimo posible.

5.2.1. En el eje X – X:

En la siguiente tabla se muestra la comparación de los factores de escala en el eje X – X de ambos sistemas estructurales:

Tabla 24
Discusión de la cortante basal en el eje X - X

N° DE PLANTA	SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES
7° PLANTA	1.2570
6° PLANTA	3.5330
5° PLANTA	10.6330
4° PLANTA	18.4330
3° PLANTA	26.2530
2° PLANTA	34.0730
1° PLANTA	41.8410
FACTOR DE ESCALA	0.9997

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, el sistema estructural en el eje X – X cuentan con un factor de escala menor a 1.00, por lo tanto, el acero que requiere se incrementa y el presupuesto a su vez se incrementa.

5.1.1. En el eje Y – Y:

En la siguiente tabla se muestra los factores de escala en el eje Y – Y del sistema de muros estructurales:

Tabla 25
Discusión de la cortante basal en el eje Y - Y

N° DE PLANTA	SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES
7° PLANTA	1.8900
6° PLANTA	6.5710
5° PLANTA	13.8100
4° PLANTA	21.1600
3° PLANTA	28.3600
2° PLANTA	35.6110
1° PLANTA	42.9110
FACTOR DE ESCALA	0.9991

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, ambos sistemas estructurales en el eje Y – Y cuentan con un factor de escala menor a 1.00, por lo tanto, el acero que requiere se incrementa y el presupuesto a su vez se incrementa.

5.2. Discusión de la torsión:

Existe torsión si la relación entre máximo desplazamiento relativo de entrepiso (Drift) y el desplazamiento lateral es mayor que 1.20, esto quiere decir que mientras este factor sea más inferior, las probabilidades de que la estructura presente torsión serán menores.

5.2.2. En el eje X – X:

En la siguiente tabla se presenta los factores de torsión en el eje X - X del sistema estructural:

Tabla 26
Discusión de la torsión en el eje X - X

N° DE PLANTA	SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES
7° PLANTA	1.0929
6° PLANTA	1.0691
5° PLANTA	1.1900
4° PLANTA	1.1101
3° PLANTA	1.1038
2° PLANTA	1.1455
1° PLANTA	1.0329

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el sistema de muros estructurales cuenta con factores menores a 1.20 en todos sus niveles por lo tanto se descarta la falla por torsión durante un movimiento sísmico.

5.2.3. En el eje Y – Y:

En la siguiente tabla se presenta los factores de torsión en el eje Y - Y del sistema estructural:

Tabla 27
Discusión de la torsión en el eje Y – Y

N° DE PLANTA	SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES
7° PLANTA	1.1053
6° PLANTA	1.0080
5° PLANTA	1.1573
4° PLANTA	1.1760
3° PLANTA	1.0231
2° PLANTA	1.0890
1° PLANTA	1.1935

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el sistema de muros estructurales cuenta con factores menores a 1.20 en todos sus niveles por lo tanto se descarta la falla por torsión durante un movimiento sísmico.

5.3. Tipo de sistema estructural adecuado:

El tipo de sistema estructural que más adecuado para el edificio Lavado es el de muros estructurales debido a que es una estructura es rígida ya que sus desplazamientos laterales son menores a los especificados en la norma E.030, sus cortantes basales permiten un menor presupuesto en su construcción y no se presentara torsión durante un movimiento sísmico

CONCLUSIONES

- El sistema estructural más adecuado para un mejor comportamiento sismo-resistente para el edificio Lavado en la ciudad de Huancayo es el de muros estructurales debido a que sus desplazamientos laterales demuestran que la estructura es rígida, la cortante basal nos indica que la carga sísmica será menor favoreciendo al presupuesto de la obra y se descarta la presencia de falla por torsión durante un evento sísmico.
- Se evaluó los desplazamientos laterales del edificio Lavado con el sistema estructural de muros estructurales en la ciudad de Huancayo llegando a la conclusión que el sistema estructural brinda la rigidez adecuada al inmueble para tener un buen comportamiento durante un evento sísmico debido a que sus desplazamientos laterales son menores a los máximos admisibles especificados en la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Se evaluó la cortante basal del edificio Lavado con un sistema estructural de muros estructurales en la ciudad de Huancayo llegando a la conclusión de que los factores del sistema estructural son menores a 1.00, por lo tanto, el acero que requieren se incrementa y a su vez presupuesto también se incrementa.
- Se evaluó los efectos de torsión del edificio Lavado con un sistema estructural de muros estructurales en la ciudad de Huancayo llegando a la conclusión que el sistema de muros estructurales no sufrirá torsión ya que sus factores son menores a la máxima admisible.

RECOMENDACIONES

- Ejecutar el edificio Lavado mediante el sistema de muros estructurales ya que se pudo comprobar que brinda mejores beneficios.
- Realizar la comparación de dos sistemas estructurales antes de diseñar una vivienda multifamiliar con la finalidad de elegir cual brinda mejores resultados a la estructura del edificio.
- Dar a conocer la información de esta investigación a las empresas prestadoras de servicios constructivos para tener en cuenta la importancia que tiene el sistema de muros estructurales.
- Aplicar el mismo criterio de esta investigación para realizar el análisis estructural de edificaciones cuyo uso sean diferentes a las viviendas multifamiliares.

BILIOGRAFIA

- Aguiar R., Revelo M., Tapia W. Análisis de Conexiones Viga-Columna de acuerdo al código ACI 318SR-05. Quito, Ecuador.
- Alarcón J. y Franco G. (2010). El terremoto de magnitud 8,8 de Maule (Chile), Evaluación sismológica y observaciones del estudio de campo. Chile
- Alcocer, S. (1995). Comportamiento y Diseño de Estructuras de Concreto Reforzado: Muros Estructurales. México D.F.
- American Concrete Institute. (2011). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318-11).
- Cámara de la Construcción de Quito. (2014). Revista Construcción. Quito, Ecuador.
- Capa, V. (2014). Edificios vulnerables en zonas sísmicas. Loja, Ecuador
- Correa, M., Machado, L. (2012). Análisis comparativo económico – estructural entre sistemas constructivos tradicionales y un sistema constructivo alternativo liviano. Tesis de Grado. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Código Ecuatoriano de la Construcción. Requisitos de diseño generales. Quito: INEN
- Instituto del Cemento del Hormigón de Chile (2013). Metodología de Diseño Sísmico de Muros en Edificios.

- Jaramillo, D. (2009). Análisis comparativo entre sistema aporticado y sistema de paredes portantes de hormigón. Tesis de Grado. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Music, J. (2014). Diseño de Muros de Hormigón Armado según la normativa vigente en Chile. Antofagasta, Chile.
- Nilson A. (1997). Diseño de Estructuras de Concreto. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
- Panuigua, A. (1981). Diagramas de interacción para porcentajes altos de acero en columnas a flexo compresión. Tesis de Licenciatura Puebla.
- Paulay, T. and Priestley, N. (1991). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. pp. 368-369.
- Placencia, P. (1999). Curso Diseño. Sismorresistente de edificios con vigas banda. Quito, Ecuador.
- Placencia, P. (2011). Apuntes de hormigón armado III. Quito, Ecuador.
- Placencia, P. (2013). Apuntes de proyectos estructurales y configuración estructural. Quito, Ecuador.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, Ingeniería Civil UC, Departamento de Estructuras y Geotécnica. La Ingeniería Sismorresistente. Chile
- Rivas, J. (2006). Análisis de relación de aspectos de muros. Tesis de Grado. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

ANEXOS

Anexos 1: Matriz de Consistencia
TÍTULO: “DETERMINACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL ADECUADO PARA EL EDIFICIO LAVADO EN LA CIUDAD DE HUANCAYO”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	FORMULACIÓN OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Qué efectos produce un tipo de sistema estructural en el comportamiento sismoresistente para el edificio lavado en la ciudad de Huancayo?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Qué efectos produce en un sistema estructural de albañilería confinada y muros estructurales sobre los desplazamientos laterales del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar los efectos que produce un tipo de sistema estructural en el comportamiento sismoresistente para el edificio lavado en la ciudad de Huancayo.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Determinar los efectos que produce en un sistema estructural de albañilería confinada y muros estructurales sobre los desplazamientos laterales del edificio</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Un tipo de sistema estructural produce efectos significativos en el comportamiento sismoresistente para el edificio lavado en la ciudad de Huancayo.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>a) Un tipo de sistema estructural produce efectos significativos sobre los desplazamientos laterales del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo.</p>	<p>VARIABLE</p> <p>Sistema porticado</p> <p>DIMENSIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geometría • resistencia de elementos estructurales • Dimensiones • Economía <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • relación (ancho-alto) • simétrica y no simétrica • Compresión (F’c) y Flexión (F’y) • luz, ancho y largo en metros • Soles <p>VARIABLE</p>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Método Científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Descriptivo correlacional</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>No Experimental</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA:</p> <p>POBLACIÓN:</p> <p>La población estuvo constituida por el edificio del distrito de El Tambo provincia de Huancayo y consecuentemente en el departamento de Junín.</p>

<p>b) ¿Qué efectos produce en un sistema estructural de albañilería confinada y muros estructurales en las cortantes basales del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo?</p> <p>c) ¿Qué efectos produce en un sistema estructural de albañilería confinada y muros estructurales En el efecto torsión del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo?</p>	<p>Lavado en la ciudad de Huancayo.</p> <p>b) Determinar los efectos produce en un sistema estructural de albañilería confinada y muros estructurales en las cortantes basales del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo.</p> <p>c) Determinar los efectos produce en un sistema estructural de albañilería confinada y muros estructurales En el efecto torsión del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo.</p>	<p>b) Un tipo de sistema estructural produce efectos significativos en las cortantes basales del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo.</p> <p>c) Un tipo de sistema estructural produce efectos significativos En el efecto torsión del edificio Lavado en la ciudad de Huancayo.</p>	<p>Comportamiento sísmico</p> <p>DIMENSIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • desplazamientos laterales del edificio • cortantes basales del edificio • efecto torsión <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adimensionales • Toneladas • Adimensional 	<p>El tipo de muestreo fue el no aleatorio o no probabilístico o dirigido y que para efectos de esta investigación estuvo comprendido por el edificio Lavado ubicado en prolongación Trujillo en el distrito de el tambo de la ciudad de Huancayo y así poder deducir a edificios similares para generalizar y también porque el proyecto así lo exigía.</p>
---	---	---	--	--

Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Sistema porticado	Geometría	relación (ancho-alto) simétrica y no simétrica
	resistencia de elementos estructurales	Compresión (F'c) y Flexión (F'y)
	Dimensiones	luz, ancho y largo en metros
	Economía	Soles
comportamiento sismo-resistente	desplazamientos laterales del edificio	Adimensionales
	cortantes basales del edificio	Toneladas
	efecto torsión	Adimensional

Anexos 3: Panel Fotográfico



Anexos 4: Planos

