



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estudio comparativo estructural del sistema de albañilería
confinada y aporticado en una vivienda multifamiliar, Avenida
Universitaria - Los Olivos 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Ccpatinta Bustamante, Juan Carlos (ORCID: 0000-0002-4374-5091)

Sandoval Bances, Katterinne Jannet (ORCID: 0000-0003-0869-2980)

ASESOR:

Mgtr. Ing. Cornejo Saavedra, Gustavo Ivanovich (Orcid: 0000-0002-7673-5148)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación va dedicado para nuestros padres y hermanos grandes seres humanos que confiaron en nosotros en todo momento y nos brindaron su apoyo incondicional para no rendirnos jamás.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a nuestros padres que gracias a su apoyo económico y moral se ha podido continuar con nuestros estudios universitarios, a nuestros amigos y maestros quienes con sus consejos y enseñanzas nos permitieron estar en esta situación.

Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de Abreviaturas.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2 Variables y Operacionalización.....	19
3.3 Población, muestra y muestreo.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5 Procedimiento	23
3.6 Método de análisis de datos.....	59
3.7 Aspectos éticos.....	59
IV. RESULTADOS.....	60
V. DISCUSIÓN.....	71
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS.....	89

Índice de tablas

Tabla N°1 Factor zona.....	13
Tabla N°2 Factor de ampliación de suelo	14
Tabla N°3 Factor de uso.....	15
Tabla N°4 Luces y Pre-dimensionamiento de vigas en Dirección “X” y “Y”.....	52
Tabla N°5 Calculo de Acero mínimo en vigas principales y secundarias.....	27
Tabla N°6 Calculo de Acero mínimo en vigas chatas.....	27
Tabla N°7 Cálculo de los Momentos Máximos Usando Método Simplificado de los Coeficientes.....	28
Tabla N°8 Cálculo de los Momentos Máximos Usando Método Simplificado de los Coeficientes.....	31
Tabla N°9. Sumatoria de Pesos de Servicio Actuales a Columnas.....	35
Tabla N°10. Cuadro de Pre-Dimensionamiento de Columnas.....	35
Tabla N°11. Cuadro de Metrado de Cargas.....	37
Tabla N°12. Características del proyecto.....	49
Tabla N°13. Categoría de las Edificaciones y Factor U.....	50
Tabla N°14. Factor de suelo.....	51
Tabla N°15. Valores Z.U.S.N.....	51
Tabla N°16. Características de los materiales.....	51
Tabla N°17. Pesos unitarios.....	51
Tabla N°18. Desplazamiento Lateral en el eje X.....	58
Tabla N°19. Desplazamiento Lateral en el eje Y.....	58
Tabla N°20. Límites para desplazamiento lateral de entrepiso.....	58
Tabla N°21. Áreas en Planta de Elementos Estructurales y no Estructurales.....	62
Tabla N°22. Resultado de pesos en tonf.....	64
Tabla N°23. Fuerza sísmica en cada nivel (Fi).....	65
Tabla N°24. Fuerza sísmica en cada nivel (Fi).....	65
Tabla N°25. Desplazamiento Lateral en el eje X y Y.....	66
Tabla N°26. Desplazamiento Lateral en el eje X y Y.....	68
Tabla N°27. Periodo fundamental de vibración.....	69
Tabla N°28. Periodo fundamental de vibración.....	69

Índice de figuras

Figura N°1. Técnica de investigación e instrumentos de recolección de datos....	22
Figura N°2. Simetría de una edificación.....	24
Figura N°3. Uniformidad y Continuidad.....	25
Figura N°4. Vigas Principales y Secundarias.....	26
Figura N°5. Diseño de Viga Principal 0.30m x 0.50m.....	28
Figura N°6. Diagrama de Momentos Flectores en Tramos más Crítico.....	28
Figura N°7. Detalle Isométrico de Vigüeta Corrugada Pre-Fabricada.....	29
Figura N°8. Corte Transversal de Vigüeta y sus dimensiones.....	29
Figura N°9. Cálculo de Carga Última por Vigüeta	30
Figura N°10. Diagrama de Momentos Flectores.....	31
Figura N°11. Cálculo del Refuerzo por Temperatura	32
Figura N°12. Características Técnicas de Losa no Convencional $e=0.20\text{cm}$	32
Figura N°13. Características Técnicas de Casetones de EPS.....	33
Figura N°14. Características Técnicas de Vigüeta Pre-Fabricada.....	33
Figura N°15. Cargas debido a Sismo y Factor n	34
Figura N°16. Cuadro de Control de Columna más Crítica Tipo C1.....	36
Figura N°17. Diagrama de Iteración hacia la Dirección del eje x	36
Figura N°18. Diagrama de Iteración hacia la Dirección del eje Y	36
Figura N°19. Definición de Materiales Sistema Apertado.....	38
Figura N°20. Definición de Materiales Sistema Alb. Confinada.....	38
Figura N°21. Definición de Elementos Estructurales.....	39
Figura N°22. Definición de Muros y Placas.....	39
Figura N°23. Propiedades y Geometría de Columna.....	40
Figura N°24. Propiedades y Geometría de Viga.....	40
Figura N°25. Cálculo de Período Fundamental de Vibración.....	41
Figura N°26. Cálculo de Factor de Amplificación Sísmica (C).....	41
Figura N°27. Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U).....	42
Figura N°28. Factor de Suelo (S).....	42
Figura N°29. Cálculo de Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica (R)....	42
Figura N°30. Factor de Zona (Z).....	43
Figura N°31. Comprobación de C/R	43

Figura N°32. Cálculo de la Cortante Basal.....	43
Figura N°33. Definición de Espectro de Diseño (NTE E-0.30 214).....	44
Figura N°34 Definición de Datos de Sismo Dinámico X y Y.....	44
Figura N°35. Verificación de la Estructura con Check Model.....	45
Figura N°36. Periodo Fundamental de Vibración.....	45
Figura N°37. Valores de Sismo Dinámico en X y Y.....	46
Figura N°38. Participación Modal en X y Y.....	46
Figura N°39. Limite Para la Distorsión del Entrepiso.....	46
Figura N°40. Derivas en X.....	47
Figura N°41. Derivas en Y.....	47
Figura N°42. Longitud Mínima de Muro Portante... ..	48
Figura N°43. Factor Z.....	50
Figura N°44. Cálculo de la Densidad de Muros Portantes.....	52
Figura N°45. Resultado de la Verificación de densidad de muros en ambos ejes	52
Figura N°46. Cálculo de Periodo Fundamental de Vibración.....	53
Figura N°47. Cálculo de Factor de Amplificación Sísmica (C).....	53
Figura N°48. Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U).....	54
Figura N°49. Factor de Suelo (S).....	54
Figura N°50. Cálculo de Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica (R).....	54
Figura N°51. Factor de Zona (Z).....	55
Figura N°52. Comprobación de C/R.....	55
Figura N°53. Cálculo de la Cortante Basal.....	55
Figura N°54. Desplazamiento Promedio eje X.....	56
Figura N°55. Desplazamiento Promedio eje Y.....	56
Figura N°56. Irregularidades por Rigidez en X.....	56
Figura N°57. Irregularidades por Rigidez en Y.....	56
Figura N°58. Porcentaje de Masa Participativa en eje X y Y.....	57
Figura N°59. Desplazamiento Máximo en el eje X.....	57
Figura N°60. Desplazamiento Máximo en el eje Y.....	57
Figura N°61. Diferencias del Proceso de Diseño Estructural.....	61
Figura N°62. Losa no Convencional Vs Losa Convencional.....	62
Figura N°63. Esquema de Apuntalamiento Sistema VIGACERO.....	63

Figura N°64. Comparación de pesos, Alb. Confinada VS Aporticado.....	63
Figura N°65. Comparación de peso de la edificación en cada nivel.....	64
Figura N°66. Comparación de Fuerzas Sísmicas en cada Piso (Fi).....	66
Figura N°67. Desplazamiento Obt. Vs Desplazamiento Limite eje X.....	67
Figura N°68. Desplazamiento Obt. Vs Desplazamiento Limite eje Y.....	67
Figura N°69. Desplazamiento Obt. Vs Desplazamiento Limite eje X.....	68
Figura N°70. Desplazamiento Obt. Vs Desplazamiento Limite eje Y.....	69
Figura N°71. Periodo T de Sist. Alb. Confinado Vs Sist. Aporticado.....	70

Índice de Abreviaturas

APA	: American Psychological Association
AutoCAD	: Computer Aided Design
CAPECO	: Cámara Peruana de la Construcción
COVID-19	: Coronavirus 2019
DIANA	: Displacement ANAlyzer
Etabs	: Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
NTP	: Norma Técnica Peruana
PMBOK	: Project Management Body of Knowledge
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones
EPS	: Poliestireno Expandido

Resumen

El enfoque principal de esta investigación está basado en realizar un Estudio Comparativo Estructural del Sistema de Albañilería Confinada y Aporticado en una vivienda Multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021.

Por lo tanto esta investigación tiene como propósito fundamental demostrar las características que adoptan estos dos sistemas estructurales tales como la estructuración, pre-dimensionamiento, viabilidad económica y análisis sísmico, realizando una comparación de los resultados con la finalidad de ver qué sistema estructural demuestra un costo beneficio favorable para su vida útil. Respetando siempre los parametros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, los cuales utilizaremos como un factor de control para realizar de manera correcta el diseño estructural de la edificación en ambos sistema estructurales.

Para ello se utilizó el programa Etabs como herramienta de diseño y análisis sísmico, el cual nos brindara los datos y valores que serán plasmados en el procedimiento y resultados de la presente investigación. Posterior a ello se realizó una comparación mediante gráficos de barras en los cuales se puede evidenciar significativas diferencias en los pesos sísmicos de ambos sistema conllevando a una cortante basal mayor en el sistema de albañilería confinada, como también en los desplazamientos laterales de cada sistema estructural, por otra parte se demostró que la aplicación de losas no convencionales en estos dos sistemas estructurales conlleva a un resultado económico favorable, tanto en su uso de materiales como en su proceso constructivo ya que no requieren apuntalamiento en luces menores de 3 m.

En su efecto se concluyó que las hipótesis planteadas, en relación de las diferencias del diseño estructural, viabilidad económica y análisis sísmico de ambos sistemas estructurales son afirmativas, de acuerdo a los resultados mencionados en el capítulo correspondiente.

Palabras claves: Sistemas estructurales, costo beneficio, losas no convencionales, análisis sísmico.

Abstract

The main focus of this research is based on carrying out a Structural Comparative Study of the Confined and Contributed Masonry System in a Multifamily House, Avenida Universitaria - Los Olivos 2021.

Therefore, this research has as its fundamental purpose to demonstrate the characteristics adopted by these two structural systems such as structuring, pre-dimensioning, economic feasibility and seismic analysis, making a comparison of the results in order to see which structural system shows a cost. Favorable benefit for its useful life. Always respecting the parameters established in the National Building Regulations of Peru, which we will use as a control factor to correctly carry out the structural design of the building in both structural systems.

For this, the Etabs program was used as a design and seismic analysis tool, which will provide us with the data and values that will be reflected in the procedure and results of this investigation. Subsequently, a comparison was made using bar graphs in which significant differences in the seismic weights of both systems can be evidenced, leading to a greater basal shear in the masonry system confined by its greater rigidity, as well as in the lateral displacements of Each structural system, on the other hand, it was demonstrated that the application of unconventional slabs in these two structural systems leads to a favorable economic result, both in their use of materials and in their construction process since they do not require shoring in spans less than 3 m .

In effect, it was concluded that the hypotheses raised, in relation to the differences in the structural design, economic viability and seismic analysis of both structural systems are affirmative, according to the results mentioned in the previous chapter.

Keywords: Structural systems, cost benefit, unconventional slabs, seismic analysis.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sistema de albañilería confinada es un factor predominante en el Perú, por su acelerado crecimiento poblacional, dicha información es respaldada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, (2020) ya que según “estudios realizados por la entidad, el Perú tendrá 32 millones 400 mil habitantes para el 30 de Junio del presente año.” (p. 1). Debido a este efecto la gran mayoría de vivienda unifamiliares fueron demolidas o remodeladas y así reemplazadas por edificios multifamiliares dando acogida a una mayor cantidad de familias o locales comerciales, siendo este un factor negativo para el tipo de sistema de albañilería confinada puesto que son altamente vulnerables ante un sismo de alta intensidad, ya que según Shaquihuanga, (2014) “ la gran parte de muros portantes de las viviendas presentan una serie de patologías ya que no están ejecutadas por mano de obra calificada y un profesional a cargo, en el cual se muestra la baja calidad del proyecto” (p. 20). Y son acompañados de otro factor negativo que es la modificación de sus componentes estructurales puesto que Merodio, Vázquez. (2018, p.30) señala que “el sistema de albañilería confinada se basa en la aplicación de muros portantes confinados con columnas, como también la presencia de vigas soleras y cimentaciones como principales elementos estructurales, (...)”.

Por otra parte la (Revista AC arquitectos, 2020, párr. 3) menciona que “en nuestra realidad existen dos tipos de construcción de viviendas informales, una de ellas es la construcción por autogestión en el cual se contrata albañiles o maestros de obra que lograron un conocimiento por medio de su trabajo pero sin una capacitación técnica. La segunda informalidad es la autoconstrucción donde el propietario con apoyo de los integrantes de la familia logran construir la vivienda sin ningún tipo de supervisión de un profesional. Así lo indicó el director del Instituto Capeco”.

Teniendo todos estos antecedentes durante años anteriores se puede seguir presenciando la aplicación de la informalidad, así informó él (Diario la Republica, 2013, párr. 7) “que en esta época se pudo apreciar un crecimiento casi al 50% de construcciones informales ya que durante el 2012 según datos se pudo registrar más de 45 mil viviendas informales del total de 110 y 120 mil nuevas construcciones tanto formal como también informal”.

Teniendo durante los años siguientes dicho aumento según la (revista Gestion, 2018 párr. 2) “tuvo una crecida del 20% al 31%, en el cual las constructoras que fueron entrevistadas indicaron que la construcción informal presentara mayor intensidad en el 2018”.

Y se puede apreciar hasta hoy en día las deficiencias en el sistema de albañilería confinada creando una gran necesidad de cambiar de sistema constructivo en los edificios multifamiliares del Distrito de Los Olivos, así reduciendo eventos desfavorables que conllevan a pérdidas de vidas humanas y materiales al igual que mejorando la viabilidad del proyecto frente a la población.

De igual manera el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, (2020) “realizo estudios a futuro sobre la población en el año 2021 donde indica que tendrá una crecida aproximada a 33 millones 35 mil habitantes” (p. 1). Siendo este un motivo para el aumento descontrolado de construcciones de edificios multifamiliares sin considerar un diseño sismorresistente ni el costo que conlleva ejecutar el proyecto, por otra parte las viviendas unifamiliares ya existentes son designadas para uso multifamiliar o comercial teniendo como consecuencia el retiro de muros portantes para dar paso a un espacio mayor o ambientes más amplios los cuales para el propietario son beneficiarios económicamente pero en realidad son factores negativos en el sistema estructural de la vivienda ya que se está logrando que pierda resistencia ante movimientos horizontales causada por sismos de severa intensidad.

Por lo tanto, el estudio comparativo estructural del sistema de albañilería confinada y aporricado nos ayudara a encontrar la incidencia del costo beneficio en el proyecto, reflejando esta idea se formulara un aporte del estudio comparativo para la aplicación en la realidad del Distrito de Los Olivos, donde se obtendrá grandes beneficios en las distintas etapas que conlleva la ejecución de un proyecto al igual que la mejora de la calidad de la estructura frente a los efectos sísmicos, como también logrando un valor agregado para el propietario el cual podrá dar uso de la primera planta de una manera más segura para distintos usos, por otra parte será de gran utilidad para empresas dedicadas a la construcción y personas naturales que opten por elegir el sistema más viable y se ajuste a la realidad del distrito de

Los Olivos.

Por ello se formuló el problema general de la presente investigación con la siguiente interrogante ¿Cuál es el costo beneficio de los sistema de albañilería confinada y aporticado, en una vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021? Del cual también se obtendrá los siguientes problemas específicos ¿Cuáles son los procesos de diseño estructural del sistema de albañilería confinada y aporticado en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria-Los Olivos 2021? ¿Cuál es la viabilidad económica en el sistema de albañilería confinada y aporticado en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria- Los Olivos 2021? ¿Cuál es la diferencia en el análisis sísmico, del sistema de albañilería confinada y aporticado en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria-Los Olivos 2021? por lo tanto.

La presente investigación presenta una justificación teórica dado que el enfoque es realizar un estudio comparativo estructural del sistema de albañilería confinada y aporticado, debido a los recientes cambios en las estructuras por temas de ampliación de ambientes y niveles de una forma desordenada e informal donde se presentan diferentes escenarios de un comportamiento estructural desfavorable. Así también, permitirá mostrar la justificación metodológica en el cual la presente investigación puede ser aplicado para la elaboración de proyecto de viviendas multifamiliares y de igual manera profundizar los conocimientos teóricos sobre la aplicación de un sistema aporticado ya que brinda mejor rigidez lateral y una manejable distribución de los ambientes.

En cuanto a la justificación social, permitirá estudiar un sistema estructural poco utilizado en el distrito de Los Olivos donde se tiene que tomar en cuenta un factor muy importante y es el requerimiento de viviendas multifamiliares seguros para generar un ambiente familiar armónico, al igual que tendrá un gran aporte hacia la población del sector comercial que va en aumento cada año, utilizando espacios ininterrumpidos de una vivienda multifamiliar, como locales en las avenidas más transcurridas y comerciales, por consiguiente ayudara en la economía de las familias tanto como propietarios e inquilinos ya que se utilizara losas no convencionales.

Por tal motivo se planteó un objetivo general el cual es Determinar y comparar el costo beneficio entre el sistema de albañilería confinada y aporticado en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021. Como también se propusieron objetivos específicos los cuales son Determinar las diferencias del proceso de diseño estructural, del sistemas albañilería confinada y aporticado en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021, Determinar la viabilidad económica en el sistema de albañilería confinada y aporticado en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021 y Determinar la diferencia que existe en el análisis sísmico, del sistemas albañilería confinada y aporticado en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021.

Es por ello que tenemos como hipótesis General saber cuál es el costo beneficio del sistema de albañilería confinada y aporticado, en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021. El cual proponemos como hipótesis específicas Las diferencias del proceso de diseño estructural, del sistema de albañilería confinada y aporticado son significativas, en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021, El sistema de albañilería confinada es económicamente más viable que el sistema aporticado, en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021 y Existe una diferencia significativa entre el análisis sísmico, de los sistemas albañilería confinada y aporticado en una vivienda multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, CASTRILLÓN Sebastián. Sistema Aporticado para intervención en edificios patrimoniales (Artículo Científico). Universidad Católica de Pereira, Facultad de arquitectura y diseño programa arquitectura Pereira 2016. Concluye que:

Es de vital importancia para la ejecución de todo proyecto, que las niveles de suelo sean factibles, como también la aplicación de un correcto proceso constructivo. Este tipo de proyectos son los resultados de combinación de buenos procesos constructivos conllevando a un sistema estructural viable y dándole un máximo aprovechamiento de recursos disponibles al igual que mano de obra de calidad.

Así también, DIEGUEZ Julio, MORON Mauro y CASARIN Michele. Análisis del comportamiento estructural de edificaciones de acero sismorresistente de gran altura, utilizando el sistema estructural Diagrid (artículo científico). Universidad Rafael Urdeneta, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería – Venezuela, 2015. concluye que:

La elaboración de los módulos triangulares del Diagrid junto a las propiedades mecánicas del acero, permite que la distribución de las cargas verticales y horizontales brinde respuestas asentativas. Asegurando la participación conjunta de todos los elementos estructurales que conforman el Diagrid, se generó una disminución de los esfuerzos a los que están sometidos cada uno de las articulaciones, lo que genero el aumento de la resistencia de la estructura y emplear miembros de dimensión inferior en comparación con el sistema aporticado.

URDANETA Hely. Estudio comparativo del comportamiento sismorresistente de una estructura mixta acero – concreto con aisladores elastoméricos de neopreno (artículo científico). Universidad Rafael Urdeneta, Escuela de ingeniería civil, facultad de ingeniería, Maracaibo, Venezuela 2018. Concluye que:

En líneas generales, los aisladores elastoméricos de neopreno estudiados, se comportan dentro de los parámetros establecidos en las normas venezolanas de diseño sísmico para la zona sísmica 3, razón por la cual, se concluye que pueden ser utilizadas con seguridad, ya que se evidencia que el uso de los mismos hace que las secciones de la estructura mixta disminuyan, se comporten sísmicamente mucho mejor y por consiguiente la estructura sea más liviana.

ASTROZA Maximiliano y SCHMIDT Andrés. Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño (artículo científico). Universidad de Chile, Departamento de ingeniería Civil, Santiago, Chile 2003. Concluye que:

El refuerzo de la armadura horizontal indica que los ensayos realizados en México permiten verificar que su efecto es claro para los estados límites de daño controlado, de resistencia y último, así teniendo los niveles elevados en la zona de deformación asociados con estos tres estados cuando la cuantía de refuerzo horizontal es mayor que un 0.05%.

SAN BARTOLOMÉ Ángel y QUIUN Daniel. Propuesta normativa para el diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada (artículo científico), Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú – 2004. Concluye que:

Una forma de poder producir la falla por flexión es cuando la inclusión de refuerzo horizontal más importante. Por otra parte, las características que tienen los ladrillos de Perú, sin ranuras que permitan sostener a las varillas horizontales, hacen que como máximo se pueda utilizar caeros de diámetro ¼” embutidas en las juntas de mortero; de emplearse aceros de mayor diámetro, el espesor de las juntas horizontales se elevaría, lo que bajaría drásticamente la resistencia al agrietamiento diagonal. Cabe mencionar que los experimentos hechos en muros donde se duplicó la cuantía nominal de refuerzo horizontal especificada en este proyecto (0.001), resaltaron un aumento de la ductilidad al decrecer el deterioro de la albañilería, pero sólo se elevó la resistencia máxima en un 10%.

SAN BARTOLOMÉ Ángel y CASTRO Arturo. Reparación de un muro de albañilería confinada (artículo científico). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú – 2011. Concluyen que:

En esta investigación se usaron ladrillos con espacios circulares. Estas unidades empezaron a triturarse, bajando la resistencia a fuerza cortante, para distorsiones angulares menores que 1/200. En esta trituración se hubiera producido en mayor grado de haberse aplicado carga vertical en el muro, o por flexo compresión en muros de varios niveles, por tal motivo estos ladrillo se emplea en muros portantes.

OLIVERA, L. Albañilería Confinada en Perú: Sistema constructivo sismorresistente y económico (artículo científico). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú 2016. Concluye que:

Las viviendas de Albañilería confinada, es una técnica de construcción que se emplea para la edificación de una vivienda con elementos de concreto armado en todo su perímetro; las viviendas de este tipo son una de las más populares en Perú, además ofrecen ser altamente sismorresistentes y económicas, el cual deben estar diseñadas por un profesional, estas han demostrado ser eficiente en tomar cargas sísmicas, además de ser económico y fácil de construir.

REYES Indira Herrera González, MIKHAIL Samir Saba Rodríguez, ELEINYS Andreina Mendoza Cordero, RONALD David Ugel Garrido. Vulnerabilidad sísmica de un edificio aporricado de concreto armado de cinco niveles, con irregularidad en planta y variaciones en el diafragma de piso. (Artículo científico). Universidad Centro occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela 2016. Concluye que:

En el primer nivel se realizó el análisis torsional demostrando que los mayores esfuerzos suceden en esquinas adyacentes al área entrante en planta de la estructura con diafragma rígido. Mientras que el comportamiento torsional de la estructura con diafragma flexible no pudo mantener una tendencia propia, es decir, no hay igualdades en los momentos o rotaciones para los 4 sismos aplicados, por otra parte, se sigue aplicando la amplificación de efectos torsionales en las esquinas entrantes. En los resultados de momentos torsores realizados al eje de columna 3C, se llega a una conclusión que el esfuerzo torsional baja a medida que aumenta el nivel de la edificación y que los mayores momentos y rotaciones se sitúan entre el primer y segundo piso.

VIELMA Juan Carlos, BARBAT Alex H, OLLER Sergio. Respuesta no lineal de edificios de concreto armado diseñados para baja ductilidad. (Artículo científico). Universidad Centro occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela 2007. Concluye que:

Se inicia el procedimiento de análisis estático no lineal con un cierto control de fuerzas para lo cual se realiza un criterio de comportamiento para el desplazamiento

último, o umbral de caída de la estructura, en un cierto punto en lo cual alcanza un nivel preestablecido del índice de daños. La respuesta dúctil de las edificaciones con vigas planas no eleva sustancialmente si se realiza una mejora el confinamiento de sus elementos. Como resultado, para garantizar su respuesta dúctil, un correcto confinamiento es un requisito necesario, pero no suficiente, siendo también necesaria una adecuada configuración y un óptimo dimensionamiento de las secciones transversales. Un correcto confinamiento sólo es aprovechable en el caso de las edificaciones con una configuración y tipología que le permitan un comportamiento dúctil, tal como son las edificaciones de sistemas aporricados con vigas de canto.

OLASUNKANMI, Hassan, EZAN y ZUBAIR. Polystyrene: A Sustainable Material for Building Construction. (Artículo Científico). USA 2017, p. 474.

Concluye que:

Tiene como propósito dar a conocer las debidas propiedades únicas de los beneficios de los bloques de poliestireno, siendo estas un material que se puede utilizar en la construcción de edificios residenciales, comerciales e industriales a un ritmo muy rápido y económico que los edificios convencionales de ladrillo / bloques y mortero, dando un beneficio del material EPS de poliestireno expandido como durabilidad, resistencia a la humedad, aislamiento acústico-térmico probado, montaje rápido, resistencia a las termitas, peso ligero y resistencia al daño sean estos al transportar el material o en la colocación de estas mismas.

Para tener un entendimiento más a fondo sobre el estudio comparativo del sistema de albañilería confinada y aporricado en una vivienda multifamiliar propuesto en nuestro proyecto de investigación, debemos tener en cuenta las distintas definiciones de sus variables al igual que sus dimensiones e indicadores.

Según Rivas (2018) manifiesta que el estudio comparativo muestra la diferencia de ambos sistemas estructurales considerando los aspectos económicos, comportamiento sísmico y la eficiencia de la estructura.

En el cual se puede analizar el costo beneficio como una dimensión donde Chasi (2016) indica que son indicadores de rentabilidad donde se analiza un proyecto de acuerdo a su viabilidad económica frente a otro.

Según la guía PMBOK indica que la estimación de costos es una manera de aproximar el tema financiero que se requiere para cada recurso de un proyecto, dicha aproximación se basa en la información obtenida en un determinado momento.

Teniendo en claro el párrafo anterior según Chasi (2016) indica que en los indicadores de la viabilidad de un proyecto también interviene el tiempo de ejecución de un proyecto, en el cual se puede apreciar la variabilidad del tiempo para su adecuada ejecución el cual es de gran importancia para garantizar su entrega.

Por consiguiente según Chasi (2016) manifiesta que el beneficio estructural de un proyecto son aquellos actuantes dentro de su funcionalidad estructural, el cual interviene en la seguridad y estabilidad de dicha estructura para así demostrar su viabilidad como proyecto.

Cada sistema estructural presenta diferentes características en su comportamiento y funcionalidad así como también en su proceso constructivo, el cual permite saber qué sistema estructural es mejor opción de acuerdo al terreno en cual será construido, por tal motivo:

Ladera (2019) nos mostrara las ventajas del sistema de albañilería confinada, el cual indica que mantiene una alta rigidez lateral ante eventos sísmicos pudiendo construirse hasta 5 pisos con seguridad, de igual manera sus muros son de ladrillos cocidos el cual los convierte resistentes al fuego, como también menciona que esta tipo de sistema es el más común en nuestro país.

Pero ladera (2019) también nos indica las desventajas del sistema de albañilería confinada para así poder analizar y optar por este tipo de construcciones, donde hace énfasis en la autoconstrucción, siendo un sistema muy usado hace que sea muy accesible para personas con un conocimiento empírico para su ejecución, lo que conlleva a la mala práctica del método constructivo y mala dosificación de

materiales, por otra parte indica que los muros deben de tener una continuidad desde el primer piso hasta el último para así poder reflejar la rigidez lateral ante un evento sísmico lo cual se ve plasmado en ambientes reducidos.

Para realizar un estudio comparativo de los sistemas estructurales y poder elegir la mejor opción en proyectos de edificios multifamiliares se tendrá que mencionar la ventaja y desventaja de ambos sistemas, por lo que en las siguientes líneas se describirá el sistema aporticado.

Según Chasi (2016) indica las ventajas del sistema aporticado, en el cual detalla que se les puede realizar ciertas modificaciones en su interior ya que sus divisiones están compuestas por tabiquería el cual también trabaja como un aislador sísmico, aislador de ruido y su proceso de construcción es totalmente sencillo porque sus estructuras son livianas obteniendo así un sistema muy flexible.

Teniendo en claro las ventajas, Chasi (2016) también menciona la desventaja del sistema aporticado, donde indica que este tipo de sistemas requieren más tiempo a diferencia de otros el cual puede repercutir en los costos.

El diseño sísmico se realiza para que una edificación esté preparada para sobrellevar la acción de eventos sísmicos, el cual se realiza mediante la aplicación de estructuras las cuales tendrán como objetivo disipar la energía sísmica.

La Estructuración según Ladera (2019) donde cita a Lermo (2015) en el cual lo define como un requerimiento indispensable del diseño arquitectónico de una edificación el cual debe ajustarse a los lo que indica en el RNE.

Ladera (2019) indica que el pre-dimensionamiento, es un grupo de pautas que ayudan a determinar tentativamente sus dimensiones en cada elemento estructural de una edificación, para luego ser analizados en un modelamiento de la estructura frente a un sismo.

Para identificar los parámetros sísmicos nos guiaremos en función al RNE E- 030 de diseño Sismorresistente en el cual obtendremos los datos de acuerdo al tipo de proyecto y su ubicación así obteniendo el tipo de zona sísmica del Perú, los cuales a continuación detallaremos.

Los Parámetros de sitio el cual Chaina (2016) recalca que forman parte de los elementos de fuerza sísmica que afectan la conducta de las edificaciones ante los eventos sísmicos. Estas medidas están relacionadas con las vibraciones de los efectos sísmicos. El terreno y el tipo de suelo es la zona donde se contendrá la vivienda y las características de sus estructuras. Lo cual los parámetros del sitio son los siguientes:

- Factor de zona (Z)
- Factor de amplificación de suelo (S)
- Factor de amplificación sísmica (C9)

Factor zona (Z): Norma Técnica E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” (2020) Como se muestra en la figura N° 2, en cada zona se indica el factor Z. Llegando a una aceleración máxima lineal en un suelo inflexible se puede dar el factor Z, el cual puede superar el 10% en 50 años. Es por ello que durante una aceleración realizada por la gravedad se le puede expresar como parte del factor Z.

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Tabla N° 1. Factor zona

Fuente: Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”

Factor de amplificación de suelo (S): Chaina (2016) nos menciona que el suelo es el entorno natural donde se trascienden las ondas sísmicas, es por ello que, durante este proceso de propagación, las características del movimiento sísmico han cambiado debido a las condiciones del suelo. El aumento del terremoto ocurre cuando las condiciones del suelo son desfavorables, por lo que la norma propone los siguientes parámetros de suelo.

Tipo	Descripción	Tp(s)	S
S1	roca o suelo muy rígido	0.4	1.0
S2	suelos intermedios	0.6	1.2
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S4	Condiciones excepcionales	*	*

(*) Los valores de Tp y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menos que los especificados para el perfil tipo S3.

Tabla N° 2. Factor de amplificación de suelo
Fuente: Chaina (2016)

Factor de amplificación sísmica (C): Norma Técnica E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” (2020) Según las características de la zona, el factor de aumento sísmico (C) se concreta mediante la siguiente expresión:

$$\begin{array}{ll}
 T < T_p & C = 2,5 \\
 T_p < T < T_L & C = 2,5 \cdot (T_p / T) \\
 T > T_L & C = 2,5 \cdot (T_p \cdot T_L / T^2)
 \end{array}$$

T es el período de acuerdo con la sección 4.5.4 y consiste con la sección 4.6.1. Del RNE. Este coeficiente se puede indicar que es el factor de aumento de aceleración de una estructura relacionado con la aceleración del suelo.

Chaina (2016) indica que, en un evento sísmico los parámetros estructurales constituyen otra parte de los factores y coeficientes de fuerzas sísmicas que afectan el comportamiento de las edificaciones. Estos parámetros están relacionados con las características de la estructura y su importancia. El cual los parámetros de estructura son los siguientes:

- Factor de uso (U)
- Configuración estructural
- Coeficiente de reducción sísmica (R)

Chaina (2016) indica que el factor de uso (U) se relaciona con la seguridad requerida de una estructura. A mayor seguridad de la estructura mayor será su factor de uso. Cada edificación debe ser designada de acuerdo a las categorías

indicadas en la Figura N° 6 en el cual dicho coeficiente de uso e importancia (U) se determinará según la clasificación que se realice.

Tipo	Edificaciones	U
A	Esenciales	1.5
B	Importantes	1.3
C	Comunes	1
D	Menores	*

(*) No Requiere Análisis sísmico

Tabla N° 3. Factor de uso

Fuente: Chaina (2016)

La Configuración estructural según Chaina (2016) manifiesta que para determinar el procedimiento de análisis apropiado, el valor apropiado y el factor de reducción de la fuerza sísmica (R), la estructura debe clasificarse como regular o irregular.

Finalizando la mención de la primera variable junto a sus dimensiones e indicadores en el cual se pudo definir conceptos básicos y técnicos sobre lo que concierne el estudio comparativo del presente proyecto de investigación, a continuación damos inicio a definir los conceptos de la segunda variable de estudio.

El Sistema de Albañilería Confinada Según Merodio y Vázquez (2018) Define que este sistema estructural se caracteriza más por las construcciones de muros de albañilería, es por ello que en el Distrito de San Juan de Lurigancho siempre encontramos edificaciones de este sistema, la cual estas construcciones se encuentran con diferentes defectos como una mala construcción, falta de supervisión, mala distribución, mano de obra no calificada, mala dosificación de materiales, es por ello que sísmicamente son menos resistentes que los pórticos y económicamente son más caros porque se requiere más tiempo de ejecución , es por ellos que se tendrá que definir el siguiente sistema estructural estudiado en esta investigación.

El Sistema aporticado según Chasi (2016) manifiesta lo siguiente, se lo denomina aporticado a una serie de elementos que en su agrupación forman un pórtico en el cual están presente las columnas y vigas, las cuales normalmente dichos elementos tienen una longitud horizontal mayor a su altura en su efecto muestran un comportamiento a flexión, por otra parte son sistemas que brindan grandes

áreas libres en sus niveles ya que están conformados por tabiquerías; Teniendo en claro este concepto por consiguiente definiremos sus dimensiones.

Los elementos estructurales según Morales (2017) son todos aquellos que conforman una edificación para así darle una solidez o flexibilidad ante fuerzas externas, todos estos componentes estructurales deben tener una correcta aplicación del método constructivo y materiales participantes en su elaboración.

Por tal motivo se tiene que dar a conocer los elementos estructurales más importantes que conformas cada sistema estudiado en esta investigación.

Los Muros según Mayer (2015), se dividen en dos grupos; muros portantes lo cuales son utilizados mayormente en edificaciones con sistema de albañilería confinada y sus principal función es transmitir las cargas actuantes en los elementos superiores hacia los elementos inferiores de dicha edificación, por otra parte se encuentran los muros no portantes o también llamados tabiquería, el cual tiene la finalidad de la separación de ambientes internos y no cumple un papel de transmisión de cargas actuantes.

Las columnas según Chasi (2016) son elementos estructurales que mantiene una esbeltez relativa dependiendo del cálculo estructural, con la finalidad de trabajar a compresión frente a cargas actuantes, existen también columnas de confinamiento las cuales son aplicadas en un sistema confinado y están unidas con los muros portantes para dar una mejor firmeza.

Las Vigas según Chasi (2016) son componentes estructurales longitudinales en una edificación las cuales tiene como finalidad encaminar las cargas acumuladas en un área determinada hacia los componentes verticales, en una edificación se pueden presenciar vigas soleras y de amarre, dependerán del requerimiento estructural.

El Diseño arquitectónico según Cisneros (2020) debe satisfacer los requerimientos de los ambientes habitables para las personas, de una manera estética y como también tecnológico utilizando un sentido creativo sobre la realización de los diseños en una edificación.

La seguridad en una edificación según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2020) se basa en mantener estructura segura de tal forma que cada elemento se mantenga en total estabilidad como también debe cumplir ciertos criterios que garanticen la vida ante desastres naturales y mantenga una total libertad de circulación en los espacios de la edificación.

La funcionalidad según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2020) es el fin de los ambientes de una vivienda en el cual estará contemplado todo tipo de instalaciones requeridas y estas a la vez mantengas una armonía de libertad con los integrantes de la edificación de tal forma que brinde una facilidad de tránsito en personas que demuestren ciertas dificultades.

La habitabilidad según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2020) refiere a la estabilidad armónica de los integrantes frente al diseño arquitectónico de la edificación ya que debe brindar una satisfacción total en temas de temperatura y ruidos así puedan realizar sus actividades diarias sin ningún compromiso emocional.

Las Cargas de Diseño según el reglamento nacional de edificaciones E-020 (2020) nos menciona que las edificaciones y todas sus partes deben soportar las cargas que se les imponen como resultado de su uso previsto las cuales estos actuaran en las combinaciones prescritas y no deberán provocar tensiones o deformaciones que superen las indicadas para cada parte estructural en su diseño específico.

Las Cargas Vivas según el reglamento nacional de edificaciones E-020 (2020) nos indica que es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, mobiliario y demás elementos móviles que soporta la edificación.

Las Cargas Muertas según el reglamento nacional de edificaciones E-020 (2020) nos indica que es el peso de los materiales de soporte del edificio, el equipo de servicio, las particiones y otros elementos (incluido su propio peso) sea permanente o cambie muy poco con el tiempo.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Ladera (2018) menciona que el tipo de investigación aplicada, aprovecha los conocimientos adquiridos en la teoría y práctica, así brindando una respuesta a lo desconocido en un eventual problema.

Es por ello que la investigación será de tipo aplicada ya que brindara una alternativa de solución en el desglose y comparación de cada sistema de albañilería con un objetivo preciso. Además, ofrece conocimientos para ser deslucidos como referencias en otras investigaciones y así cubrir una necesidad y resolver problemas de la sociedad.

3.1.2 Diseño de investigación

Según los autores Sánchez, Reyes y Mejía (2018) indican que la investigación no experimental; mayormente se describen hechos y acciones en el cual se puede aplicar una metodología de análisis descriptivo.

Expresado por los autores, en el párrafo anterior, el presente proyecto de investigación es de enfoque no experimental, ya que no se alteran las variables y se analizan en su entorno natural el cual genera conocimientos mas no demuestra una teoría.

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACION

Esta investigación es cuantitativa, siendo:

Variable Independiente: Estudio comparativo estructural

Definición conceptual: Según Rivas (2018) manifiesta que el estudio comparativo muestra la diferencia de ambos sistemas estructurales considerando los aspectos económicos, comportamiento sísmico y la eficiencia de la estructura.

Definición operacional: Realizando el estudio comparativo de ambos sistemas se logra mostrar las ventajas que tiene un sistema estructural frente

al otro y dar valor agregado al uso que vaya a destinar el propietario para la edificación y profesionales del rubro de la construcción, analizando así la viabilidad de cada proyecto.

Indicadores: Costos, tiempo, beneficio estructural, ventajas de albañilería confinada, desventajas de albañilería confinada, ventajas del sistema aporticado, desventajas del sistema aporticado, parámetros sísmicos, pre dimensionamiento, Análisis Sísmico Estático, Análisis sísmico dinámico.

Escala de medición: De razón.

Variable Dependiente: Sistema de Albañilería Confinada y Aporticado

Definición Conceptual: Según Merodio y Vázquez (2018) El Sistema de Albañilería Confinada se caracteriza más por las construcciones de muros portantes.

Según Chasi (2016) El Sistema aporticado es un conjunto estructural conformado por columnas y vigas, cuyos elementos tienen su dimensión longitudinal muy superior a la dimensión transversal; siendo así, su principal comportamiento a flexión.

Definición Operacional: Los elementos estructurales de la albañilería confinada trabajan de forma monolítica ya que los muros, columnas, vigas, losas y demás elementos forman parte de la estructura en el cual en su proceso constructivo los muros son los primeros en construirse.

El sistema aporticado consta de un pórtico de columna y viga el cual permite una mayor rigidez lateral, de igual manera no contiene muros portantes lo cual le hace tener un diseño arquitectónico manejable.

Indicadores: Losas, vigas, columnas, Muros Estructurales seguridad, funcionalidad, habitabilidad, cargas vivas, cargas muertas.

Escala de medición: De razón.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 POBLACIÓN

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) Indican que la población es la cantidad total de personas, casos u objetos, que tienen semejanzas o un punto de vista similar, por ende, se les puede hallar en un determinado punto o ubicación para así ser estudiados con total interés.

Según lo estipulado por los autores, en este proyecto de investigación se considerará que nuestra población serán las viviendas multifamiliares construidas con el sistema de albañilería confinada y aporticado de la Av. Universitaria – Los Olivos.

3.3.2 MUESTRA

Para Sánchez, Reyes y Mejía (2018) Mencionan que la muestra es un grupo de casos o individuos elegidos de una población por algún tipo de sistema de muestreo probabilístico o no probabilístico.

Según lo expresado por los autores, en el presente proyecto de investigación tendrá como muestra una vivienda ubicado en la Av. Universitaria – Los Olivos; se realizara con el muestreo probabilístico aglomerado, ya que no tenemos la facilidad de poder realizar una lista exacta de la población, dado la coyuntura que se presenta en el Perú por el estado de emergencia decretado por la pandemia del Covid – 19.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 TÉCNICAS

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) nos indican que las técnicas Son procesos determinados que se aplican en distintas áreas de la ciencia para así poder obtener información es por ellos que se les denomina técnica de recolección de datos.

Según Gil, J. (2016) nos dice: El concepto de técnicas de recogida de datos enmarca todos los medios técnicos que se utilizan en el registro de las observaciones o facilitar el tratamiento.

Según Zulay (2017) nos indica que una observación indirecta es cuando se toma los datos del sujeto en el transcurso que los hechos sucedan ante los ojos del observador, quien necesariamente tiene que manejar una técnica a propósito de esa actividad.

Por la motivo en esta investigación se utilizó la observación indirecta para el registro de los datos en el estudio comparativo del sistema de albañilería confinada y aporticado.

3.4.2 INSTRUMENTO

Manrique y Victoria (2017) citan a Cerda (44), la cual indica que el instrumento es todo mecanismo que tiene la finalidad de obtener información certera y válida, en toda investigación cuantitativa o cualitativa. Así mismo es de vital importancia ya que depende razonablemente del instrumento la validez de los resultados obtenidos en la investigación.

Diseño	Técnicas	Instrumentos	
Diseño de Investigación Documental	Análisis documental	Fichas Computadora y sus unidades de almacenaje	
	Análisis de contenido	Cuadro de registro y clasificación de las categorías	
Diseño de Investigación de Campo	Observación	Estructurada	Lista de cotejo Escala de estimación
		No Estructurada	Diario de campo Cámaras: fotográfica y de video
	Encuesta	Oral	Guía de encuesta (Tarjeta) Grabador Cámara de video
		Escrita	Cuestionario
	Entrevista	Estructurada	Guía de entrevista Grabador / Cámara de video
		No estructurada	Libreta de notas Grabador / Cámara de video

Figura N°1. Técnica de investigación e instrumentos de recolección de datos

Fuente: Manrique y Victoria (2017)

De Acuerdo a la figura N° 7 se optó por utilizar como técnica de recopilación de datos:

Análisis documental:

- Fichas de observación
- Laptops y sus unidades de almacén

Análisis de contenido:

- Cuadro de registros
- Clasificación de las categorías

3.5 PROCEDIMIENTO

3.5.1 CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN

Para lograr la cantidad necesaria de información y pueda servir de apoyo y base en nuestra investigación optamos por utilizar:

- Artículos de investigación: donde se indago para la obtención de los conceptos y diferencias de los sistemas de albañilería confinada y aporticado como también métodos constructivos de ambos.
- Normas: RNE, A-010, A-020, E-020, E-030, E-050, E-060, E-070, IS-010, EM – 010.
- Expedientes técnicos de proyectos de viviendas multifamiliares con el sistema de albañilería confinada y aporticado.

Las cuales se recopilaron de forma estructurada, dándonos ventajas para tener una administración rápida y sencilla sobre cada etapa de análisis estructural y diseño y así lograr los objetivos propuestos en el desarrollo del proyecto de investigación.

Por ello se realizará la estructuración de la edificación aplicando criterios que rigen en el Reglamento Nacional de Edificaciones, para así poder obtener un buen análisis estructural y continuar con la etapa de diseño, teniendo como referencia principal la Norma E030 en el cual podemos apreciar lo siguiente:

a. Simplicidad y Simetría

es necesario tener simplicidad y simetría en ambas direcciones buscando equilibrar el centro de masa con el centro de rigidez, pudiendo así evitar la existencia de rotaciones que puedan perjudicar la estructura, la aplicación correcta se puede apreciar en la figura N° 8 , donde se ve la simplicidad y simetría que tiene en la distribución de los muros de corte.

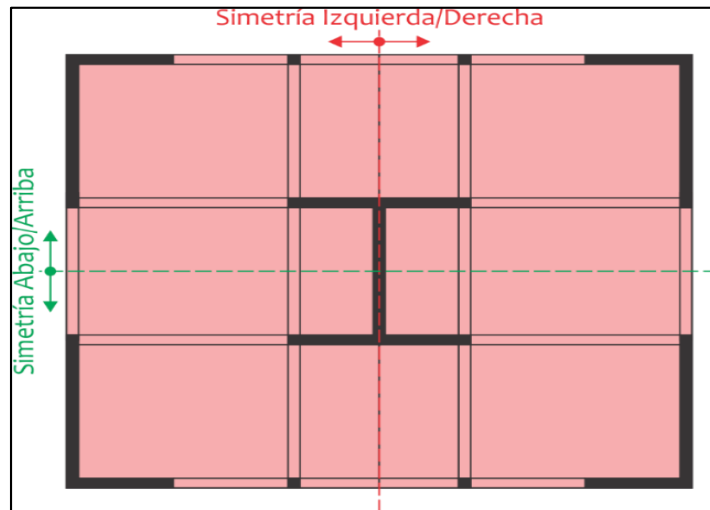


Figura N°2. Simetría de una edificación

Fuente: RNE E-030

b. Resistencia y Ductilidad

En un posible movimiento sísmico, el diseño final de la estructura debe tener la capacidad de resistir las fuerzas actuantes. Para lograr se realiza de dos maneras: 1) aplicando a la estructura con una buena cantidad de elementos sismorresistentes y 2) dándole a la estructura de una ductilidad con la que pueda incursionar en el rango inelástico.

c. Uniformidad y Continuidad

Se aplica este criterio con la finalidad de evitar los cambios repentinos de la rigidez tanto en planta como en los niveles, para impedir la concentración de esfuerzos en ciertos puntos.

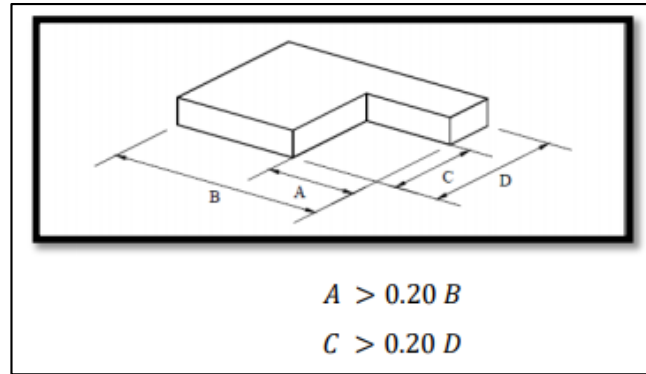


Figura N°3. Uniformidad y Continuidad

Fuente: RNE E-030

d. Rigidez Lateral

Una estructura debe encontrarse preparado ante cargas laterales sin poder tener muchas deformaciones, para ello se debe de aplicar elementos estructurales con gran rigidez (Blanco, 2011).

3.5.2. PRE-DIMENSIONAMIENTO

En esta fase el pre-dimensionamiento de elementos estructurales, vigas, columnas, losa aligerada no convencional, muros portantes. Los cuales se definen dimensiones aproximadas las cuales luego son revisadas en la siguiente etapa de diseño estructural.

SISTEMA APORTICADO

Pre-dimensionamiento y Diseño de Vigas

Al momento de pre-dimensionar los elementos de viga se debe garantizar tanto la rigidez, la resistencia a cargas de gravedad y laterales por sismo (Sánchez, 2011), por otra parte el RNE indica que las vigas principales la base mínima es de 0.25m, de esta manera se utilizara las siguientes formulas y se realiza un resumen general de todas la vigas existentes en la edificación tal como se puede visualizar en la figura N°10.

Peralte $h = \frac{L}{12}$

Base $b_w < 0.5h$

VIGA	Cantidad	Longitud	h= Ln / 12	bw<0.5h	corregido	
		(m)	(m)	(m)	h	b
V-Y	2	5.35	0.45	0.22	50cm	30cm
V-Y	2	4.05	0.34	0.17	50cm	30cm
V-Y	2	2.1	0.18	0.09	50cm	30cm
V-Y	2	2.4	0.2	0.1	50cm	30cm
V-Y	2	3.58	0.3	0.15	50cm	30cm
V-X	5	3.28	0.27	0.14	50cm	30cm
V-X	6	3.43	0.29	0.14	50cm	30cm

Tabla N° 4. Luces y Pre-dimensionamiento de Vigas en Dirección “x” y “y”

Fuente: Elaboración propia

Para iniciar con el diseño de Vigas principales, secundarias se utilizara plantillas en el cual nos brindara el Área de Acero Mínimo (A_{smin}) en cada área de cada elemento estructural.

Para lo cual se tendrá en consideración las siguientes formulas donde nos brindara el A_{smin} y se colocara el valor mayor entre los dos.

$$A_{smin} = \frac{0.80\sqrt{f'c}}{fy} b \cdot d \geq \frac{14b \cdot d}{fy}$$

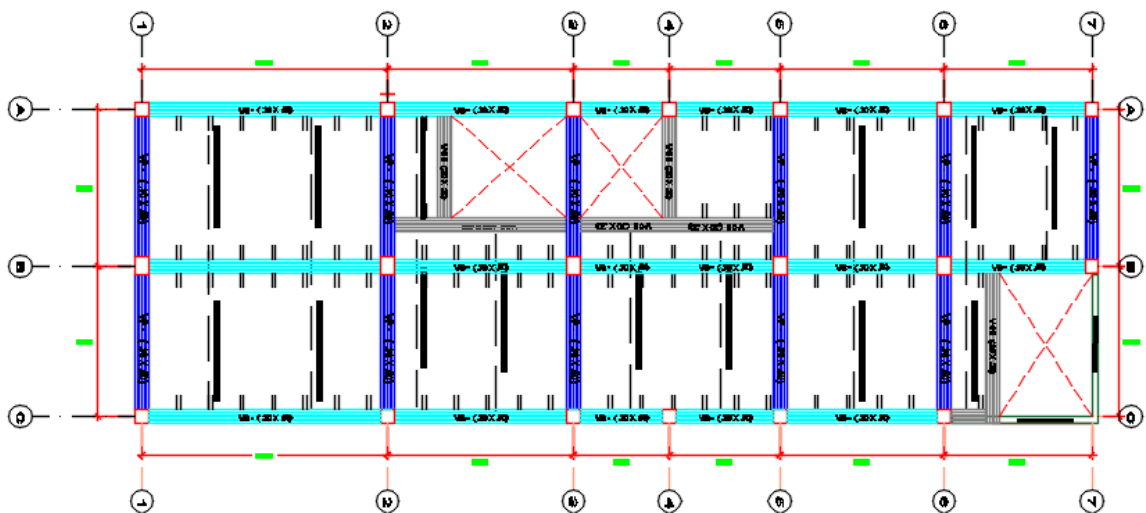


Figura N° 4. Vigas Principales y Secundarias

Fuente: Elaboración propia

CALCULO ACERO MINIMO VIGAS		
b	30.00 cm	
h	50.00 cm	
r	4.00 cm	
d	46.00 cm	
F'c	210.00 Kg/cm ²	
Fy	4200.00 Kg/cm ²	
ASMIN	4.60 cm ²	
ASMIN	3.81 cm ²	
ASMIN	4.60 cm²	
Comprobación por arreglo		
#barras	Ø	Área
4	1/2	5.08 cm ²
2	5/8	3.96 cm ²
0	5/8	0.00 cm ²
Área total en Barras		9.04 cm²

Usar **4Ø1/2 + 2Ø5/8**

Tabla N° 5. Cálculo de Acero Mínimo en Vigas Principales y Secundarias

Fuente: Elaboración propia

CALCULO ACERO MINIMO VIGAS		
b	30.00 cm	
h	20.00 cm	
r	3.00 cm	
d	17.00 cm	
F'c	210.00 Kg/cm ²	
Fy	4200.00 Kg/cm ²	
ASMIN	1.70 cm ²	
ASMIN	1.41 cm ²	
ASMIN	1.70 cm²	
Comprobación por arreglo		
#barras	Ø	Área
4	1/2	5.08 cm ²
0	5/8	0.00 cm ²
0	5/8	0.00 cm ²
Área total en Barras		5.08 cm²

Usar **4Ø1/2**

Tabla N° 6. Cálculo de Acero Mínimo en Vigas Chatas

Fuente: Elaboración propia

GEOMETRIA DEL ELEMENTO			
Ancho (cm)	b=	30.000	Recubrim \uparrow 4.000
Altura (cm)	h=	50.000	Recubrim \downarrow 4.000
Peralte efectivo(cm)	d=	46.000	
As (cm ²) =		10.540	
Factor reduccion de capacidad (ϕ) =		0.900	
CONCRETO f'c =	210	ACERO fy =	4200
Factor de Sismo 0.75pb ó 0.50pb =		0.75	

Figura N° 5. Diseño de Viga Principal 0.30m x 0.50 m

Fuente: Elaboración propia

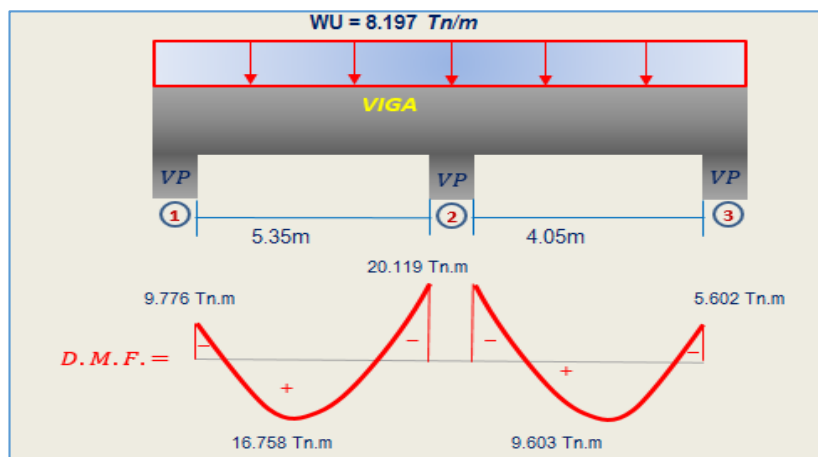


Figura N° 6. Diagrama de Momentos Flectores en Tramos mas Criticos

Fuente: Elaboración propia

$MA = \frac{1}{24} * WU_V * L^2$	$\frac{1}{24}$	$* 8.197$	$* 5.35^2$	$= 9.776 \text{ Tn.m}$
$MB = \frac{1}{9} * WU_V * L^2$	$\frac{1}{9}$	$* 8.197$	$* 4.70^2$	$= 20.119 \text{ Tn.m}$
$MC = \frac{1}{24} * WU_V * L^2$	$\frac{1}{24}$	$* 8.197$	$* 4.05^2$	$= 5.602 \text{ Tn.m}$
$MAB = \frac{1}{14} * WU_V * L^2$	$\frac{1}{14}$	$* 8.197$	$* 5.35^2$	$= 16.758 \text{ Tn.m}$
$MBC = \frac{1}{14} * WU_V * L^2$	$\frac{1}{14}$	$* 8.197$	$* 4.05^2$	$= 9.603 \text{ Tn.m}$

Tabla N° 7. Cálculo de los Momentos Máximos Usando Metodo Simplificado de los Coeficientes

Fuente: Elaboración propia

Pre-dimensionamiento y Diseño de Losa Aligerada no convencional

Algo importante es revisar las deflexiones, por tal motivo se define la mayor sobrecarga que pueda tener el área de análisis. Por otra parte el material a utilizar en la losa sera casetones de EPS con una separacion de 0.69m entre ejes de cada vigueta prefabricada y un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Espesor de la losa

1° Condición: $e_{\text{losa}} = \frac{ln}{25}$ para sobre cargas $\leq 350 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

$$e_{\text{losa}} = 0.20\text{m}$$



Figura N° 7. Detalle Isometrico de Vigueta Corrugada Pre-fabricada

Fuente: Manual Técnico VIGACERO

Teniendo en cuenta la figura anterior, se considera un ancho de vigueta de 0.08m y Área tributaria de 0.69m de acuerdo a la sobre carga del tipo de edificación.

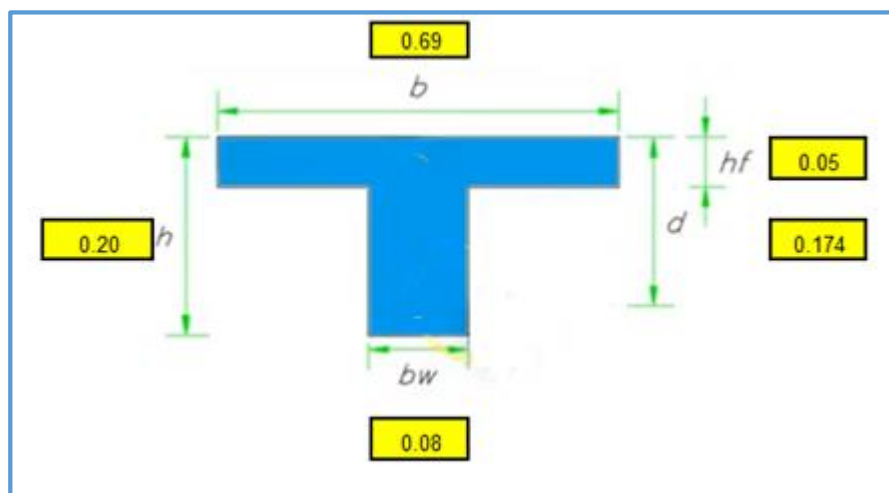


Figura N° 8. Corte transversal de Vigueta y sus dimensiones

Fuente: Elaboración propia

Metrado de Cargas

Para realizar el metrado de cargas no se considera el tipo de sistema que se trabajara, ya que será constante y sin modificaciones analizando un ancho tributario de 0.69m.

Carga Muerta (CM)

P. losa superior	$2400\text{kg/m}^3 \times 0.05$	$= 120.00 \text{ kg/m}^2$
P.P. nervadura	$2400\text{kg/m}^3 \times 0.15 \times 0.08 / 0.69$	$= 41.74$
P.P. Vigüeta Pre-frabr.	$4.86\text{kg/m} / 0.69$	$= 7.04$
P.P. Casetón EPS	$15\text{kg/m}^3 \times 0.15 \times 0.75 \times 1 / 0.69$	$= 2.45$
P.P. Piso Terminado	100kg/m^2	$= 100.00$

$$W_{cm} \quad \mathbf{0.27 \text{ Tn/m}^2}$$

$$\text{Ancho tributario} \quad \mathbf{0.69 \text{ m}}$$

$$W_{cm} \quad \mathbf{0.187 \text{ Tn/m}}$$

Carga Viva (CV)

Vivienda s/c

$$W_{cv} \quad 0.20 \text{ tn/m}^2$$

$$\text{Ancho tributario} \quad \mathbf{0.69 \text{ m}}$$

$$W_{cv} \quad 0.138\text{tn/m}$$

$$\mathbf{W_u = 1.4 \cdot W_{cm} + 1.7 \cdot W_{cv} \quad 0.495\text{tn/m}}$$

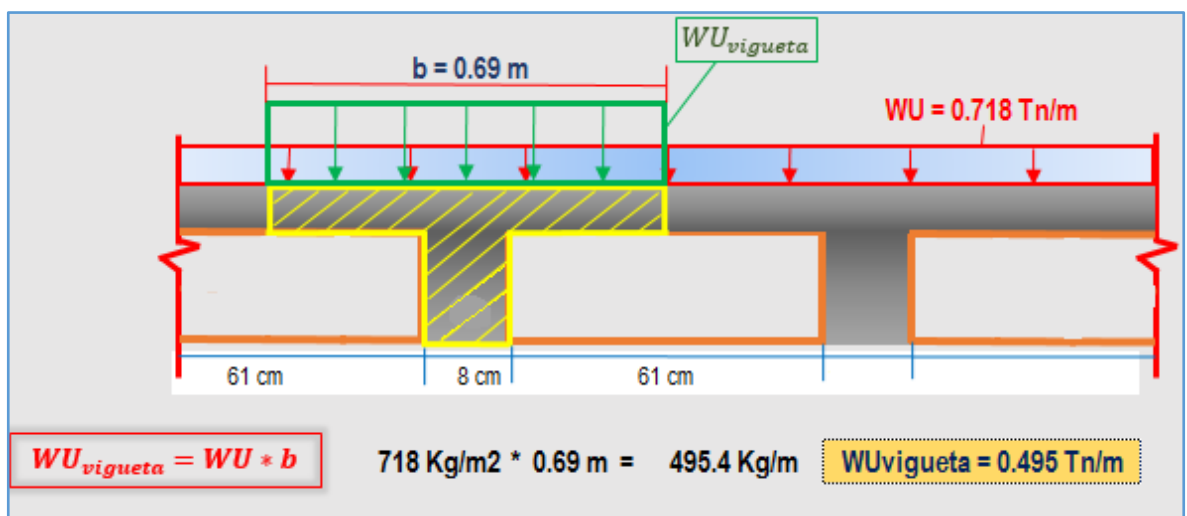


Figura N° 9. Cálculo de Carga Última por Vigueta

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Momento Flector

En las siguientes figuras se puede apreciar los resultados de los momentos obtenidos , para dos tramos de la losa aligerada no convencional.

$MA = \frac{1}{24} * WU_V * L^2$	$\frac{1}{24}$	*	0.495	*	$3.43^2 =$	0.243 Tn.m
$MB = \frac{1}{9} * WU_V * L^2$	$\frac{1}{9}$	*	0.495	*	$3.36^2 =$	0.620 Tn.m
$MC = \frac{1}{24} * WU_V * L^2$	$\frac{1}{24}$	*	0.495	*	$3.28^2 =$	0.222 Tn.m
$MAB = \frac{1}{14} * WU_V * L^2$	$\frac{1}{14}$	*	0.495	*	$3.43^2 =$	0.416 Tn.m
$MBC = \frac{1}{14} * WU_V * L^2$	$\frac{1}{14}$	*	0.495	*	$3.28^2 =$	0.381 Tn.m

Tabla N° 8. Cálculo de los Momentos Máximos Usando Metodo Simplificado de los Coeficientes

Fuente: Elaboración propia

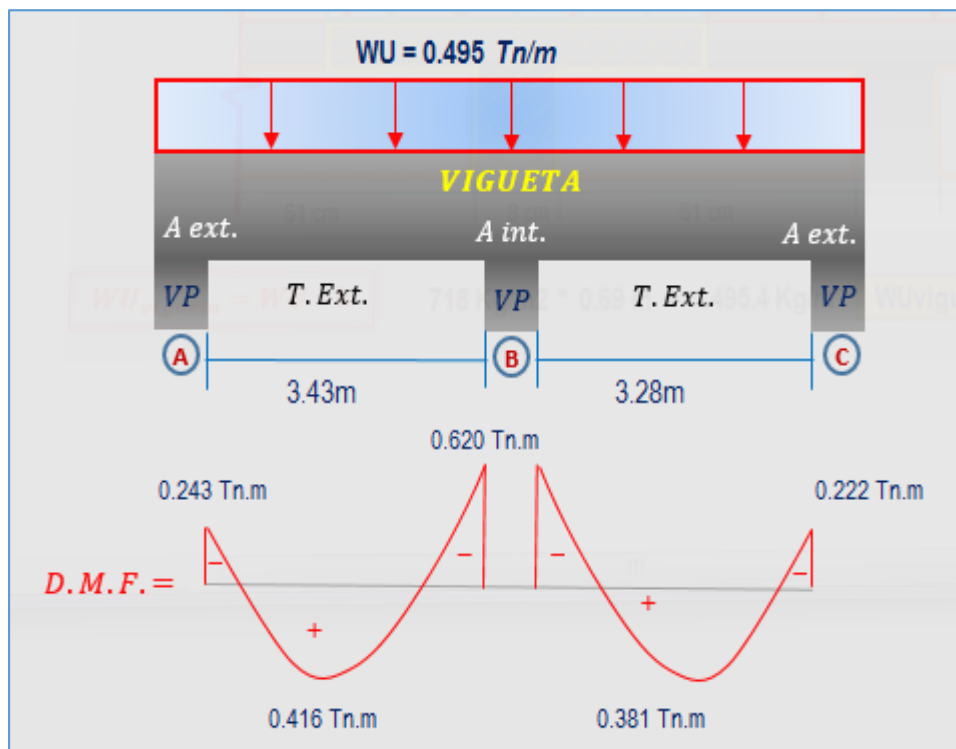


Figura N° 10. Diagrama de Momentos Flectores

Fuente: Elaboración propia

Diseño a Flexion

Aceros de Temperatura

Realizando un cálculo de refuerzo por temperatura se obtuvo que tendrá una malla con separación de 025cm x 0.25cm y acero de $\varnothing 1/4"$, para así evitar la fisuración por cambios de volumen.

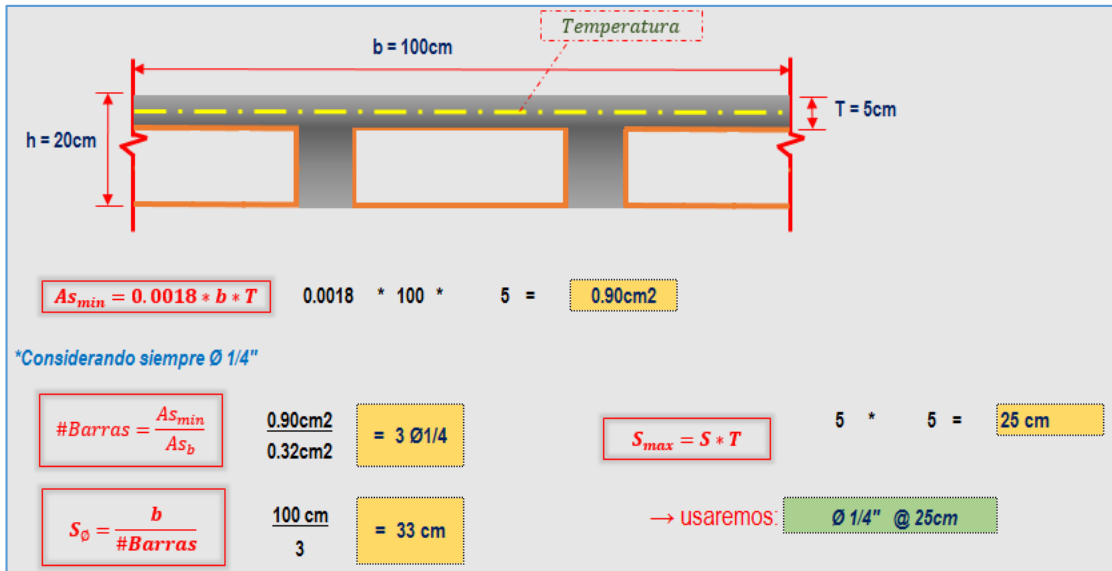


Figura N° 11. Cálculo del Refuerzo por Temperatura

Fuente: Elaboración propia

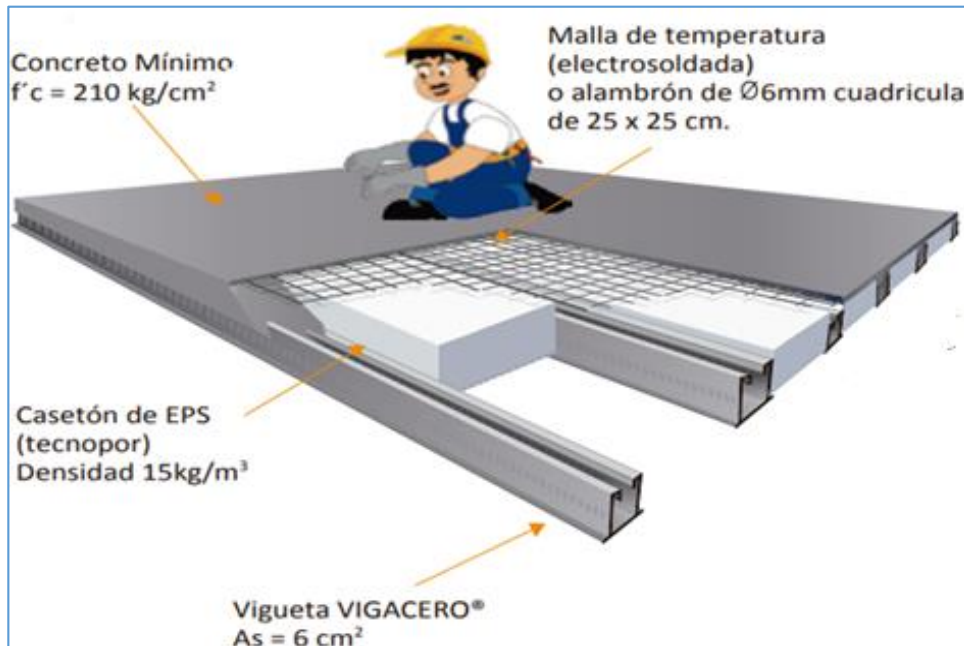


Figura N° 12. Características Técnicas de Losa no Convencional $e = 0.20 \text{ cm}$

Fuente: Manual Técnico VIGACERO

Características Técnicas de Materiales

Los materiales que se emplearan en el diseño de una losa no convencional estarán respaldados por el Manual Técnico de VIGACERO, el cual indica la densidad de los CASETONES EPS y el Peso de la VIGUETA pre-fabricada.

CARACTERISTICAS DE LOS CASETONES DE EPS	
DIMENSIONES	Largo: 1.00 ó 2.00 m Ancho: 75 ó 60 cm Espesor: de 9, 12, 15, 20 a 30 cm
PESO MAXIMO POR UNIDAD	1.0 kg / casetón estándar e=9 cm 1.7 kg / casetón estándar e=15 cm
DENSIDAD	15 kg/m ³
COLOR	Blanco
ACABADO	Lisos, ranurados o pre-tarrajeado
COMPORTAMIENTO FISICO QUIMICO (*)	Material incombustible, que contiene agente ignífugo (no propaga llama), auto extingüible.

Figura N° 13.Características Técnicas de Casetones de EPS

Fuente: Manual Técnico VIGACERO

CARACTERISTICAS DE LA VIGUETA	
Dimensiones	h = 9 cm*
	b = 13 cm* b1 = 2.5 cm*
Peso	4.80 kg/ml*
Espesor	1.5 mm*
Normas	- ASTM A 1011 - ASTM A 1008 - ASTM A 653
Fy	min 2530 kg/cm ²
Luz Libre Máxima	8.00 m
Luz máxima sin puntales	3.0 m

Figura N° 14.Características Técnicas de Vigueta Pre-fabricada

Fuente: Manual Técnico VIGACERO

Pre-dimensionamiento y Diseño de Columnas

Para Morales (2006), los sismos ocurridos en Japón, son los que ayudaron para el inicio de ensayos experimentales, culminando se pudo originar la siguiente expresión matemática para el pre-dimensionamiento:

Fórmula para el Pre-Dimensionamiento de Columnas:

$$B D = \frac{P}{n f'_c}$$

Donde:

D: Dimensión de la Sección en la Dirección del Análisis Sísmico de la Columna

B: Dimensión de la Sección de la Columna

P: Carga Total que Soporta la Columna

n: Valor que Depende del Tipo de Columna

f'_c : Resistencia del Concreto a la Compresión Simple

Para obtener toda la carga que soporta la columna y el valor "n" de acuerdo al tipo de columna, se empearla la siguiente figura.

Tipo C1 (Para los Primeros Pisos)	Columna Interior N < 3 Pisos	P = 1.10 PG n = 0.30
Tipo C1 (Para los 4 Últimos)	Columna Interior N > 4 Pisos	P = 1.10 PG n = 0.25
Tipo C2, C3	Columnas Extremas de Pórticos Interiores	P = 1.25 PG n = 0.25
Tipo C4	Columna de Esquinas	P = 1.50 PG n = 0.20

Figura N° 15. Cargas debido a Sismo y Factor "n"

Fuente: Roberto Morales Morales

SUMATORIA DE PESOS DE SERVICIO ACTUANTES A COLUMNAS					
Peso de estructura	P1	P2	P3	P4	Total
Peso de aligerado	270	270	270	270	1080
Tabiquería	120	120	120	120	480
Peso de acabados	100	100	100	100	400
Peso de vigas	100	100	100	100	400
Peso de columnas	60	60	60	60	240
S/C	200	200	200	100	700
Total					3300 kg/m2

Tabla N° 9. Sumatoria de Pesos de Servicio Actuantes a columnas

Fuente: Elaboración Propia

COLUMNAS INTERIORES C1							F'c = 210 Kg/cm		
L	A	At (m2)	n	Pg (kg/cm2)	P (Kg)	bt (cm2)	cm	cm	cm2
3.48	2.98	10.370	0.25	41481.6	45629.8	869.1	40	30	1200
3.43	3.00	10.290	0.25	39544.0	43498.4	828.5	40	30	1200
3.50	4.85	16.975	0.25	59412.5	65353.8	1244.8	40	30	1200
3.48	3.48	12.110	0.25	39171.7	43088.8	820.7	40	30	1200

COLUMNAS ESQUINERAS C4							F'c = 210 Kg/cm		
L	A	At (m2)	n	Pg (kg/cm2)	P (Kg)	bt (cm2)	cm	cm	cm2
1.86	1.69	3.143	0.2	12573.6	18860.4	449.1	30	30	900
1.86	1.69	3.143	0.2	12573.6	18860.4	449.1	30	30	900
3.50	1.75	6.108	0.2	22384.0	33576.0	799.4	30	30	900
1.86	2.10	3.906	0.2	15624.0	23436.0	558.0	30	30	900
2.75	1.79	4.923	0.2	19690.0	29535.0	703.2	30	30	900
2.75	1.71	4.703	0.2	18810.0	28215.0	671.8	30	30	900

COLUMNAS EXTREMAS C2							F'c = 210 Kg/cm2		
L	A	At (m2)	n	Pg (kg/cm2)	P (Kg)	bt (cm2)	cm	cm	cm2
1.79	4.85	8.682	0.25	34726.00	43407.50	826.81	30	30	900
3.50	2.75	9.625	0.25	33687.50	42109.40	802.08	30	30	900
1.71	4.85	8.294	0.25	33174.00	41467.50	780.86	30	30	900
1.71	3.00	5.130	0.25	20520.00	25650.00	488.57	30	30	900
3.50	2.21	7.735	0.25	30940.00	38675.00	736.67	30	30	900
1.92	3.05	5.856	0.25	23424.00	29280.00	557.71	30	30	900
1.61	2.97	4.782	0.25	19126.80	23908.50	455.40	30	30	900
1.92	3.46	6.643	0.25	26572.80	33216.00	632.69	30	30	900
1.61	2.96	4.766	0.25	19062.40	23828.00	453.87	30	30	900

Tabla N° 10. Cuadro de Pre-dimensionamiento de columnas

Fuente: Elaboración Propia

Los gráficos siguientes muestran el control del área mínima de la columna para zonas sísmicas, cuantía y área de columna, así como los diagramas de iteración en ambos ejes.

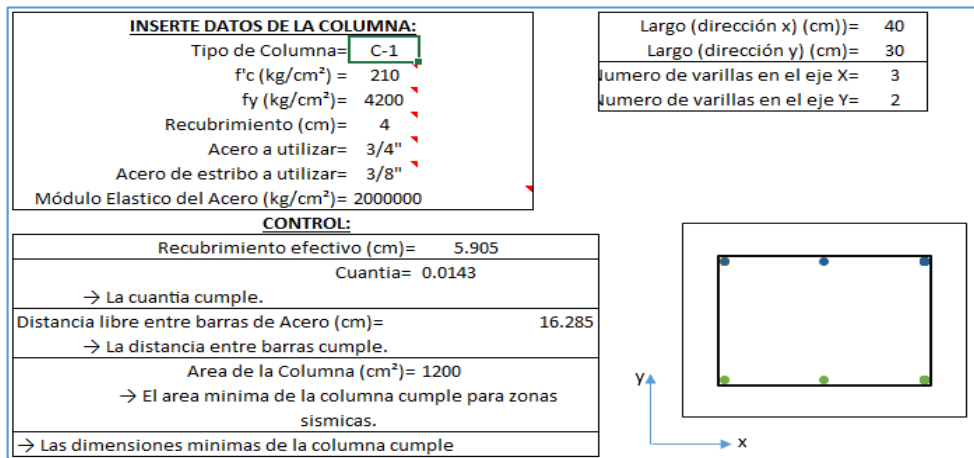


Figura N° 16. Cuadro de Control de Columna mas Critica Tipo C1

Fuente: Elaboración Propia

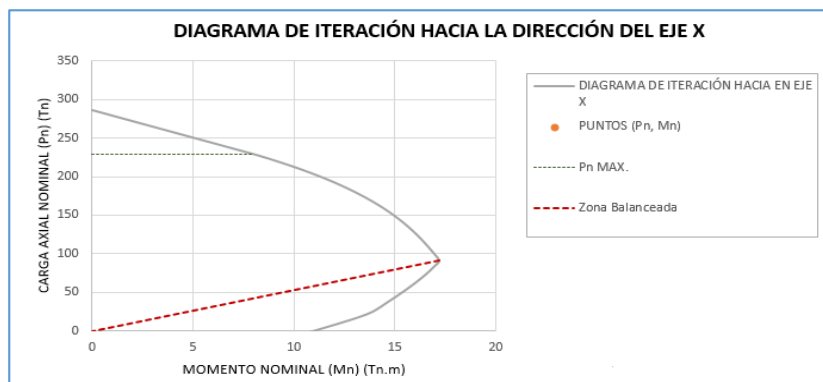


Figura N° 17. Diagrama de Iteración hacia la Dirección del eje X

Fuente: Elaboración Propia

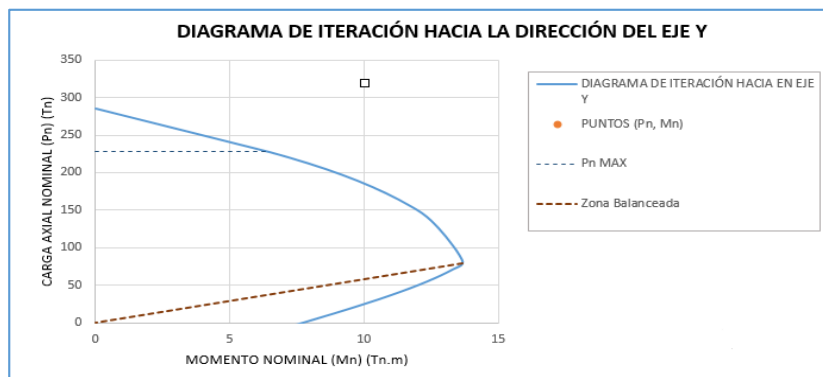


Figura N° 18. Diagrama de Iteración hacia la Dirección del eje Y

Fuente: Elaboración Propia

Metrado De Cargas

En el momento de diseñar un elemento estructural es necesario tener y estimar la magnitud de las cargas de gravedad y de sismo que afectaran. Según el RNE E-020 de cargas indica que los elementos estructurales de una estructura deben estar diseñadas para soportar las cargas que se aplican, para ello indica valores los cuales deben ser aplicados y son divididos en dos tipos.

Carga Muerta

- Concreto Armado 2400 kg/m³

Carga Viva

- Vivienda 200 kg/m²
- Azotea 100 kg/m²

VIGA	cant	peralte	base	L	P. esp.	P
V-Y	1	0.5	0.3	17.78	2.4	6.401
	1	0.5	0.3	21.00	2.4	7.560
V-X	5	0.5	0.3	6.40	2.4	11.520
	1	0.5	0.3	3.13	2.4	1.127
V-CH	1	0.2	0.3	20.57	2.4	2.962
P. total						29.570 ton

COLUMNA	cant	L	a	altura	P. esp.	P
	14	0.3	0.3	2.3	2.4	6.955
	5	0.4	0.3	2.3	24	3.312
P. total						10.267 ton

LOSA	cant	Largo	Ancho	Esp.	C.M. /cm ²	P
	1	6.4	5.05	0.2	0.27	8.726
	1	6.4	3.75	0.2	0.27	6.48
	1	4.45	1.8	0.2	0.27	2.163
	1	6.4	2.1	0.2	0.27	3.629
	1	6.4	3.28	0.2	0.27	5.668
	1	3.28	1.03	0.2	0.27	0.912
	1	3.43	2.93	0.2	0.27	2.713
P. total						30.291 ton

Tabla N° 11. Cuadro de Metrado de Cargas

Fuente: Elaboración Propia

ANALISIS SISMICO

Para realizar los análisis estáticos y dinámicos se optó por utilizar herramientas de trabajo, hojas de cálculo y programa Etabs 19.0.0.

Definición de materiales y elementos estructurales

Una vez ingresado los ejes del plano y su respectiva altura de cada entre piso, se procede a ingresar los materiales y elementos estructurales a utilizar.

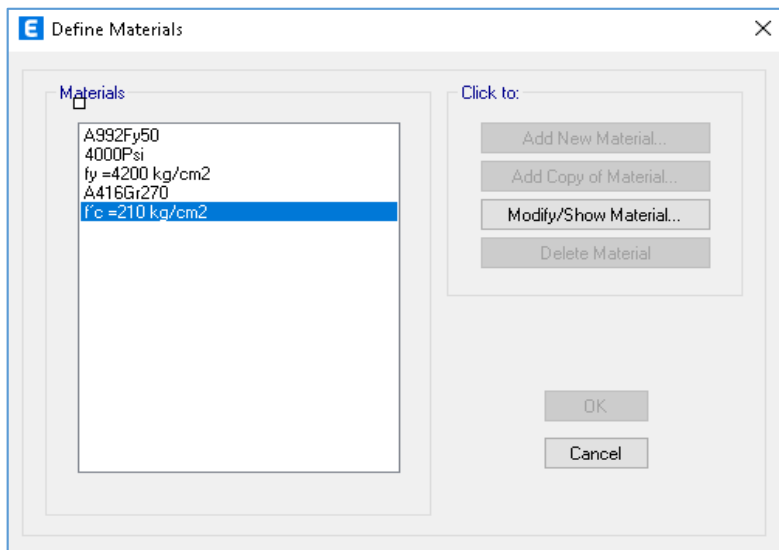


Figura N° 19. Definición de Materiales Sistema Aporticado

Fuente: Elaboración Propia

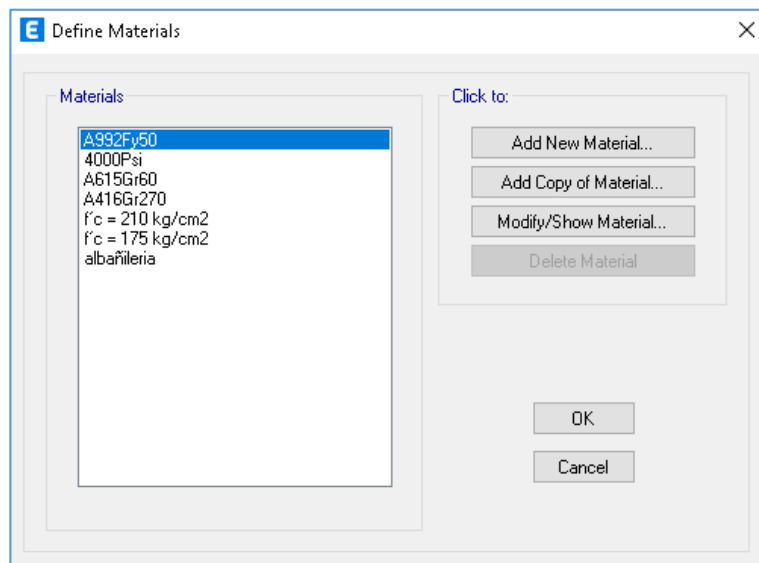


Figura N° 20. Definición de Materiales Sistema Alb. Confinada

Fuente: Elaboración Propia

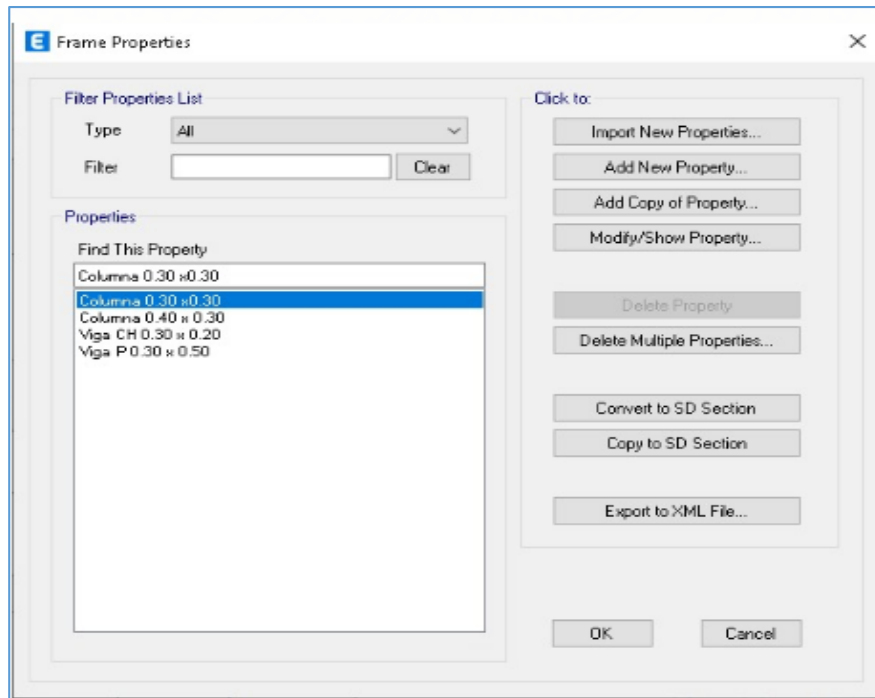


Figura N° 21. Definición de elementos estructurales
Fuente: Elaboración Propia

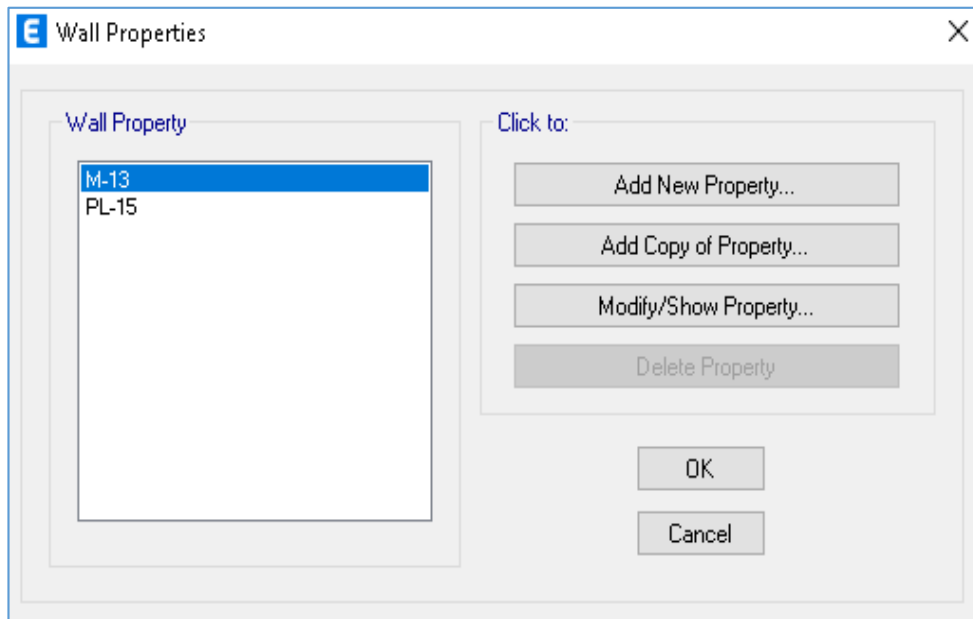


Figura N° 22. Definición de Muros y Placas
Fuente: Elaboración Propia

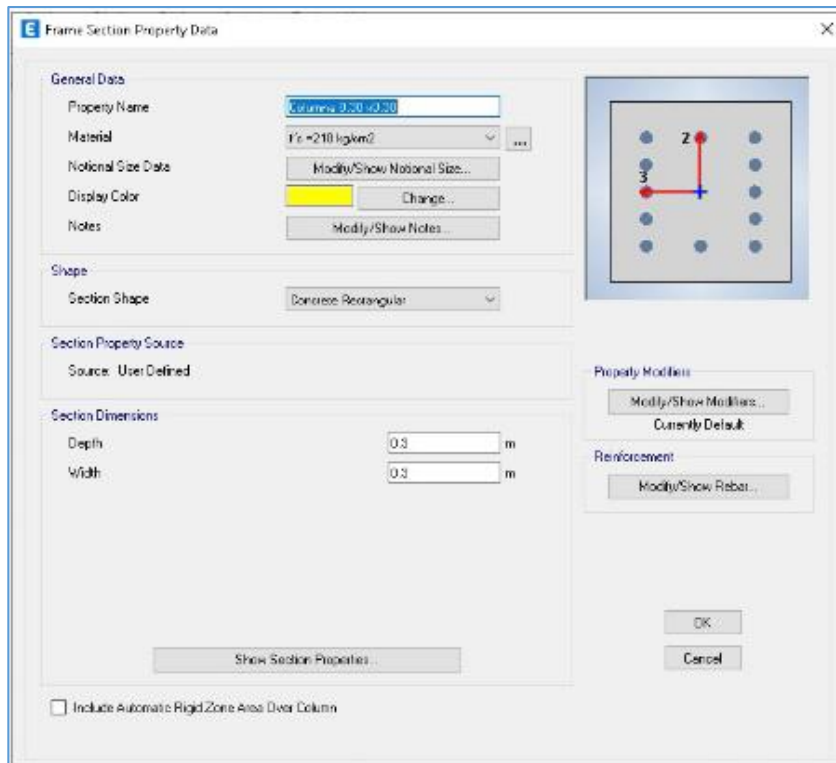


Figura N° 23. Propiedades y Geometría de Columna
Fuente: Elaboración Propia

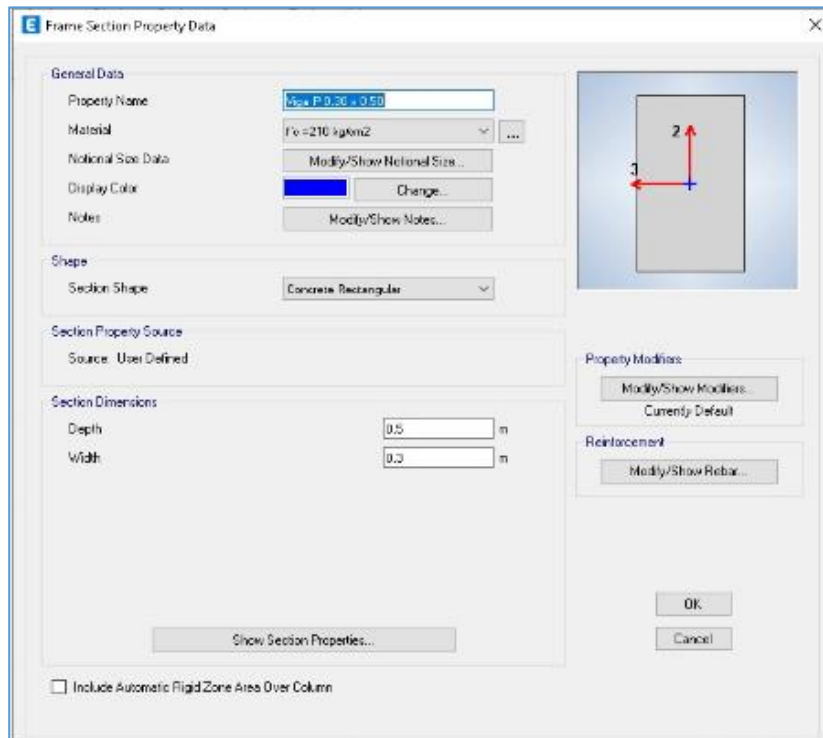


Figura N° 24. Propiedades y Geometría de Viga
Fuente: Elaboración Propia

Análisis Sísmico Estático

Sistema Aporticado

Cuando se realiza un Análisis Sísmico Estático, deberá utilizar el RNE E-030 (2020), en el cual se podrá encontrar las distintas expresiones para el dicho desarrollo.

1. Cálculo del periodo fundamental de vibración

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

$h_n = 11.20$
 $C_T = 35.00$
 $T = 0.526 \text{ s}$

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

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

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

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

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

h_n : Altura total de la edificación.

Figura N° 25. Cálculo de Periodo Fundamental de Vibración

Fuente: RNE E-030

2. Factor de amplificación sísmica (C)

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

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

	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

$T_p = 0.600$
 $T_L = 2.000$
 $T = 0.320 \text{ s}$
 $C = 2.50$

T es el periodo de acuerdo al numeral 4.5.4, concordado con el numeral 4.6.1.

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

Figura N° 26. Cálculo de Factor de Amplificación Sísmica (C)

Fuente: RNE E-030

3. Categoría de la edificación y factor de uso

$$U = 1.00$$

C	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
Edificaciones Comunes		

Figura N° 27. Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U)

Fuente: RNE E-030

4. Factor de suelo "S"

$$S = 1.05$$

ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₂	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

Figura N° 28. Factor de Suelo (S)

Fuente: RNE E-030

5. Cálculo de coeficiente de reducción de la fuerza sísmica (R)

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$$R_0 = 8.00$$

$$I_a = 1.00$$

$$I_p = 0.90$$

$$R = 7.20$$

Estructuras Regulares son las que en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

En estos casos, el factor I_a o I_p será igual a 1,0.

Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.	0,90
---	------

Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R ₀ (*)
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
Albahilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Figura N° 29. Cálculo de Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica (R)

Fuente: RNE E-030

6. Pesos para análisis sísmico:

Piso 1 = 133.87 tonf

Piso 2 = 133.87 tonf

Piso 3 = 133.87 tonf

Piso 4 = 66.124 tonf

467.74 tonf

7. Factor de zona "Z"

Z = 0.45

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Figura N° 30. Factor de Zona (Z)

Fuente: RNE E-030

8. Comprobación de C/R

El valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

C = 2.50

R = 7.20

C/R = 0.347 ≥ 0.11 OK!

Figura N° 31. Comprobación de C/R

Fuente: RNE E-030

9. Cortante basal (cortante de piso)

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

Z = 0.450

U = 1.000

C = 2.500

S = 1.050

R = 7.200

P = 467.746 Ton

V = 76.7 Ton

Figura N° 32. Cálculo de la Cortante Basal

Fuente: RNE E-030

Análisis Sísmico Dinámico

Sistema Aporticado

Para iniciar un análisis dinámico se tiene que definir el espectro de diseño de acuerdo a la NTE E-030 2014, el cual está establecido en el programa.

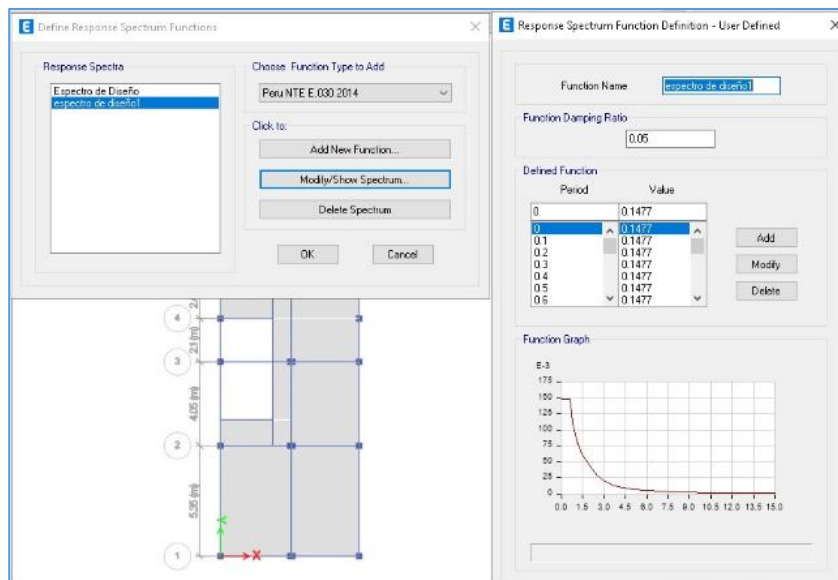


Figura N° 33. Definición de Espectro de Diseño (NTE E-030 2014)

Fuente: Elaboración Propia

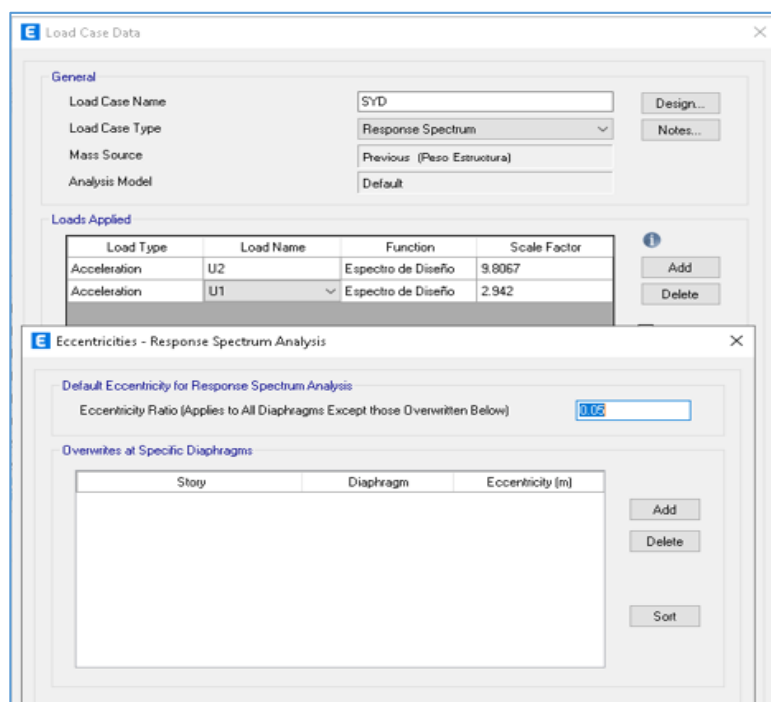


Figura N° 34. Definición de Datos de Sísmo Dinámico en "X" y "Y"

Fuente: Elaboración Propia

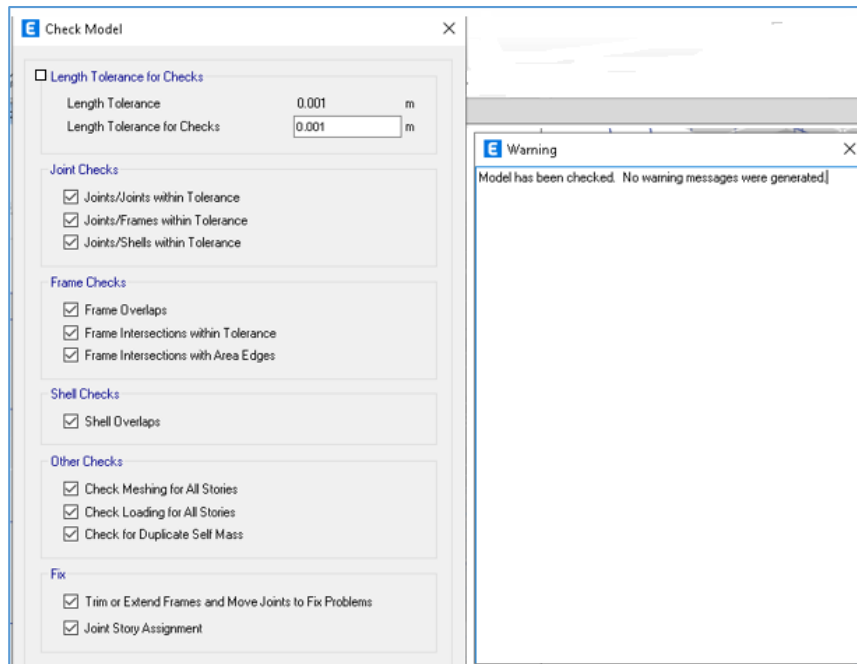


Figura N° 35. Verificación de la Estructura con Check Model

Fuente: Elaboración Propia

Periodo Fundamental de Vibracion (T)

El programa nos brinda los periodos fundamentales de vibración tanto en “x” y “y”, con los cuales se calculara el Factor de Amplificación Sísmica en la hoja de cálculo de análisis sísmico estático.

	Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²
▶	Modal	1	0.526	1.903	11.9544	142.9079
	Modal	2	0.494	2.023	12.7126	161.6097
	Modal	3	0.451	2.217	13.932	194.0996
	Modal	4	0.18	5.557	34.9136	1218.9563
	Modal	5	0.168	5.959	37.4419	1401.8932
	Modal	6	0.154	6.499	40.8375	1667.6985
	Modal	7	0.116	8.635	54.2556	2943.6655
	Modal	8	0.106	9.415	59.1581	3499.68
	Modal	9	0.098	10.195	64.0547	4103.0084
	Modal	10	0.096	10.467	65.7676	4325.3807
	Modal	11	0.087	11.509	72.3138	5229.2792
	Modal	12	0.081	12.42	78.0391	6090.1084

Figura N° 36. Periodo Fundamental de Vibración

Fuente: Elaboración Propia

	Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf
▶	SxE	LinStatic		-76.7099	0
	SyE	LinStatic		0	-76.7099
	SxD	LinRespSpec	Max	67.6283	22.3799
	SyD	LinRespSpec	Max	22.0207	68.8259

Figura N° 37. Valores de Sismo Dinámico en "X" y "Y"

Fuente: Elaboración Propia

Participación Modal según la Norma debe ser mayor al 90%, el cual se cumple de acuerdo a los resultados de la siguiente figura.

	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	99.4
	Modal	Acceleration	UY	100	99.41
	Modal	Acceleration	UZ	32.13	16.8
	Modal analysis	Acceleration	UX	100	98.71
	Modal analysis	Acceleration	UY	100	99.32
	Modal analysis	Acceleration	UZ	100	87.72

Figura N° 38. Participación Modal en "X" y "Y"

Fuente: Elaboración Propia

Límites de Distorsión de Entrepiso

“El desplazamiento máximo relativo entrepiso que fue calculado, no deberá sobrepasar la fracción de la altura de entrepiso (distorsión)”. (RNE E-030, 2020).

Analizando las figuras se puede apreciar que la edificación cumple con lo dispuesto en el RNE E-030, teniendo cifras menores a 0.007, el cual corresponde al material “concreto armado”.

Material Predominante	$\left(\frac{\Delta_i}{h_{ei}}\right)$
Concreto Armado	0.007

Figura N° 39. Límite Para la Distorsión del Entrepiso

Fuente: RNE E-030 (2020), Capítulo 05 - Tabla 11

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
Piso 4	Deriva	Combination	Max	X	0.00426
Piso 3	Deriva	Combination	Max	X	0.00384
Piso 2	Deriva	Combination	Max	X	0.00309
Piso 1	Deriva	Combination	Max	X	0.00173

Figura N° 40. Derivas en "X"

Fuente: Elaboración Propia

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
Piso 4	Deriva	Combination	Max	Y	0.00500
Piso 3	Deriva	Combination	Max	Y	0.00458
Piso 2	Deriva	Combination	Max	Y	0.00374
Piso 1	Deriva	Combination	Max	Y	0.00207

Figura N° 41. Derivas en "Y"

Fuente: Elaboración Propia

SISTEMA ALBAÑILERIA CONFINADA

Muros Estructurales

Longitud del Mínima del Muro “L”

Todo muro portante según la RNE E. 0.70, no puede tener una luz menor de 1.20 m (ver figura 56). Dichalongitud indicada es para cualquiera de las direcciones incluyendo las columnas de confinamiento. Los que tengan luz menor solo cumplirán una función arquitectónica más no estructural.

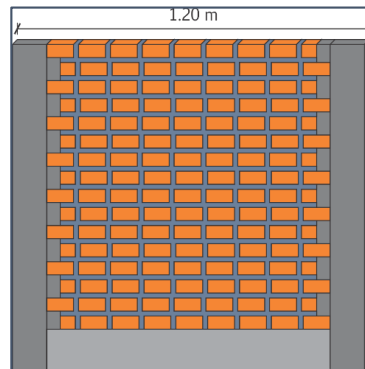


Figura N° 42. Longitud Mínima de Muro Portante

Fuente: Elaboración Propia

Espesor Efectivo del Muro “t”

Para el RNE E. 070, indica que pre-dimensionar el espesor de los muros portantes en direcciones “x” y “y”, se tiene que tener en cuenta el proceso constructivo de la edificación, en el momento de trabajar con muros de albañilería confinada, solo se tendrá que tener en cuenta la zona sísmica en la que se ubique el proyecto, tal y como se muestra en la figura.

$$t \geq \frac{h}{20} \text{ para las zonas sísmicas 3 y 4}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \text{ para las zonas sísmicas 1 y 2}$$

Donde:

t : Espesor del Muro (m)

h : Altura Efectiva Libre del Muro (m)

Verificación de la Densidad de Muros

Se procederá a realizar las verificaciones de la densidad de muros en las direcciones “x” y “y” ante cargas laterales, mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Donde:

- L : Longitud del muro (incluye confinamiento)
- T : Espesor Efectivo del muro (sin acabados)
- A_p : Área de la planta típica
- N : Número de pisos de la edificación
- Z : Factor de zona sísmica
- U : Factor de uso
- S : Factor de suelo

Características del proyecto

Número de pisos	4	Planta Típica	
Área Neta	147	m ²	
Área Techada	135.7	m ²	92.36%
Área Libre	11.24	m ²	8%
Uso	Vivienda		
Altura entre piso	2.8	m	

Tabla N°12 Características del Proyecto

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo las características del proyecto se procede a identificar los valores del Z.U.S. que están establecidas en el RNE E-030.

Factor de Zona

De acuerdo al RNE el factor Z es asignada en cada zona, se le interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, también puede ser como una fracción de aceleración de la gravedad.



Figura N° 43. Factor "Z"

Fuente: RNE E-030

Categoría de las Edificaciones y Factor U

Nuestro proyecto es una vivienda multifamiliar por tal motivo se puede indicar que se encuentra en la categoría de edificaciones comunes. Como se indica en la siguiente tabla.

Categoría de las Edificaciones y Factor U		
Categoría	Descripción	Factor U
A1 (esenciales)	A1	Ver nota 1
A2 (Esenciales)	A2	1.5
B (Importante)	----	1.3
C (Comunes)	----	1.0
D (Temporales)	-----	Ver nota 2

Tabla N° 13. Categoría de las edificaciones y Factor U

Fuente: RNE E-030

Factor de suelo "S"

Deberá considerarse el tipo de perfil más conveniente de acuerdo a las condiciones locales del proyecto.

FACTOR DE SUELO "S"				
suelo	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
zona				
Z4	0.8	1.00	1.05	1.10
Z3	0.8	1.00	1.15	1.20
Z2	0.8	1.00	1.20	1.40
Z1	0.8	1.00	1.60	2.00

Tabla N° 14. Factor de Suelo "S"

Fuente: RNE E-030

Teniendo identificado los valores en los cuadros anteriores y la característica del proyecto se obtiene el siguiente cuadro.

<i>Ap</i>	<i>135.7</i>	<i>m2</i>
<i>Z</i>	<i>0.45</i>	<i>Zona 4</i>
<i>U</i>	<i>1.00</i>	<i>vivienda</i>
<i>S</i>	<i>1.05</i>	<i>Suelo Intermedio</i>
<i>N</i>	<i>4</i>	<i>Pisos típicos</i>

Tabla N°15. Valores Z.U.S.N.

Fuente: Elaboración Propia

Características de los materiales

<i>Concreto f'c</i>	<i>210 kg/cm2</i>
<i>Concreto f'c</i>	<i>175 kg/cm2</i>
<i>Acero fy</i>	<i>4200 kg/cm2</i>

Tabla N°16. Características de los materiales

Fuente: Elaboración Propia

Pesos Unitarios

<i>Concreto</i>	<i>2.4</i>	<i>Ton/m3</i>
<i>Albañilería</i>	<i>1.8</i>	<i>Ton/m3</i>
<i>S/C sobre carga</i>	<i>0.2</i>	<i>Ton/m2</i>
<i>Azotea</i>	<i>0.1</i>	<i>Ton/m2</i>

Tabla N°17. Pesos Unitarios

Fuente: Elaboración Propia

Densidad de muros

Densidad mínima de muros en cada dirección

Espesor Efectivo (t)

$$t \geq \frac{h}{20} \quad t \geq 0.15 \text{ m}$$

EJE X-X				EJE Y-Y			
MUROS	LONGITUD MURO (m)	t (m)	t*L (m2)	MUROS	LONGITUD MURO (m)	ESPESOR (m)	AREA (m2)
PL1	3.580	0.150	0.537	Y1	21.000	0.150	3.15
X1	6.860	0.150	1.029	Y2	18.800	0.150	2.82
X2	5.380	0.150	0.807	Y3	9.010	0.150	1.35
X3	8.630	0.150	1.295	Y4	8.650	0.150	1.30
SUMA	24.450	m		SUMA	57.460	m	

Area Placa = 1.832	m2	Area Placa = 5.970	m2
Area Albañilería = 3.668	m2	Area Albañilería = 2.649	m2
Em = 325000	ton/m2	Em = 325000	ton/m2
Ec = 2173706.51	ton/m2	Ec = 2173706.512	ton/m2
Ec/Em = 6.68833		Ec/Em = 6.68833	

Figura N° 44. Cálculo de la Densidad de Muros Portantes

Fuente: Elaboración Propia

Realizando la verificación de densidad de muros en ambos ejes con las siguientes formulas

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

En el cual $\frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} = 0.0338$

Realizando la comparación se puede apreciar en el cuadro, que cumple con la densidad requerida en ambos ejes

En X-X:					
$\frac{\sum L \cdot t}{A_p}$	=	0.117	>	0.0338	OK _i
En Y-Y:					
$\frac{\sum L \cdot t}{A_p}$	=	0.314	>	0.0338	OK _i

Figura N° 45. Resultados de la verificación de densidad de muros en ambos ejes

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Sísmico Estático

Sistema Albañilería Confinada

Para realizar el Análisis Sísmico Estático se deberá utilizar la NTP E-030 (2020), en el cual se podrá encontrar las distintas expresiones para el dicho desarrollo.

1. Cálculo del periodo fundamental de vibración

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

$h_n = 11.20$
 $C_T = 60.00$
 $T = 0.206 \text{ s}$

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

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

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

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

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

h_n : Altura total de la edificación.

Figura N° 46. Cálculo de Periodo Fundamental de Vibración

Fuente: RNE E-030

2. Factor de amplificación sísmica (C)

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

$T \leq T_p \quad C = 2,5$
 $T_p < T < T_L \quad C = 2,5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$
 $T \geq T_L \quad C = 2,5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$

Tabla N° 4 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

$T_p = 0.600$
 $T_L = 2.000$
 $T = 0.320 \text{ s}$
 $C = 2.50$

T es el periodo de acuerdo al numeral 4.5.4, concordado con el numeral 4.6.1.

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

Figura N° 47. Cálculo de Factor de Amplificación Sísmica (C)

Fuente: RNE E-030

3. Categoría de la edificación y factor de uso

$$U = 1.00$$

C	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
Edificaciones Comunes		

Figura N° 48. Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U)

Fuente: RNE E-030

4. Factor de suelo "S"

$$S = 1.05$$

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

Figura N° 49. Factor de Suelo (S)

Fuente: RNE E-030

5. Cálculo de coeficiente de reducción de la fuerza sísmica (R)

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$$R_0 = 3.00$$

$$I_a = 1.00$$

$$I_p = 0.90$$

$$R = 2.70$$

Estructuras Regulares son las que en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.
En estos casos, el factor I_s o I_p será igual a 1,0.

Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.	0,90
---	------

Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R ₀ (*)
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

Figura N° 50. Cálculo de Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica (R)

Fuente: RNE E-030

6. Pesos para análisis sísmico:

Piso 1 = 103.95 tonf

Piso 2 = 104.39 tonf

Piso 3 = 107.46 tonf

Piso 4 = 96.94 tonf

412.76 tonf

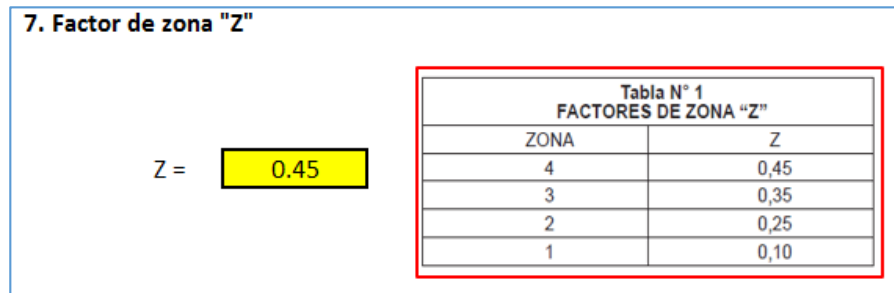


Figura N° 51. Factor de Zona (Z)

Fuente: RNE E-030

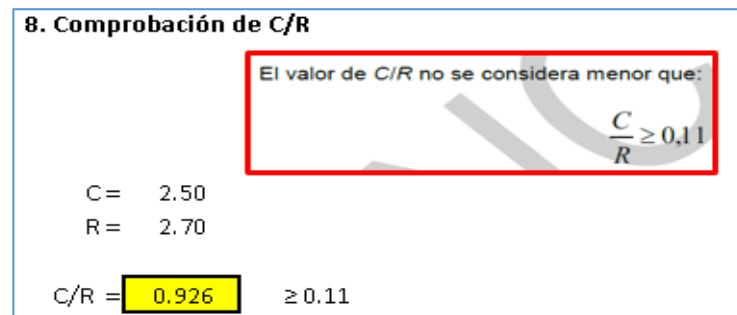


Figura N° 52. Comprobación de C/R

Fuente: Elaboracion propia - RNE E-030

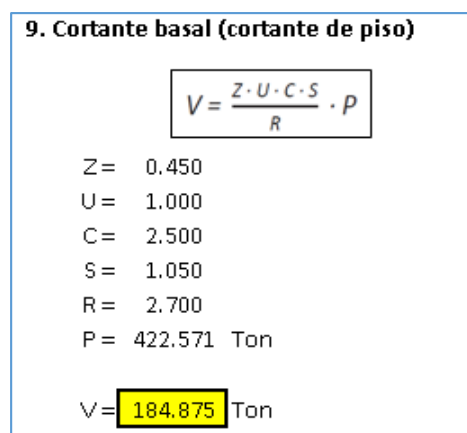


Figura N° 53. Cálculo de la Cortante Basal

Fuente: Elaboracion propia - RNE E-030

ANALISIS DINAMICO

Finalizando el análisis estático se procede a visualizar las diferentes tablas de resultados que nos brinda el programa de acuerdo a la edificación.

Para hallar las irregularidades es necesario obtener los desplazamientos promedios en ambos ejes “X” y “Y”.

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
▶	PISO 4	SISMOXX	LinStatic			X	0.008442	0.006799	1.242
	PISO 3	SISMOXX	LinStatic			X	0.006732	0.005205	1.293
	PISO 2	SISMOXX	LinStatic			X	0.004285	0.003162	1.355
	PISO 1	SISMOXX	LinStatic			X	0.001828	0.001271	1.439

Figura N° 54. Desplazamiento Promedio eje X

Fuente: Elaboración Propia

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
▶	PISO 4	SISMOYY	LinStatic			X	0.000883	0.00027	3.27
	PISO 4	SISMOYY	LinStatic			Y	0.001773	0.00157	1.129
	PISO 3	SISMOYY	LinStatic			X	0.000627	0.000195	3.21
	PISO 3	SISMOYY	LinStatic			Y	0.001447	0.001304	1.11
	PISO 2	SISMOYY	LinStatic			X	0.000341	0.000109	3.14
	PISO 2	SISMOYY	LinStatic			Y	0.000957	0.00088	1.088
	PISO 1	SISMOYY	LinStatic			Y	0.000445	0.00042	1.06

Figura N° 55. Desplazamiento Promedio eje Y

Fuente: Elaboración Propia

IRREGULARIDADES POR RIGIDEZ						
NIVEL	CARGA	DIRECCION	DESPLAZAMIENTO PROMEDIO	DESP. RELATIVO O DERIVA	Desp. Pisos inf/ Desp. piso sup.	
piso 4	SIS. EST. XX	X	0.00680	0.001594	1.2817	REGULAR
piso 3	SIS. EST. XX	X	0.00521	0.002043	0.9256	REGULAR
piso 2	SIS. EST. XX	X	0.00316	0.001891	0.6721	REGULAR
piso 1	SIS. EST. XX	X	0.00127	0.001271	0.0000	REGULAR

Figura N° 56. Irregularidades por Rigidez en X

Fuente: Elaboración Propia

IRREGULARIDADES POR RIGIDEZ						
NIVEL	CARGA	DIRECCION	DESPLAZAMIENTO PROMEDIO	DESP. RELATIVO O DERIVA	Desp. Pisos inf/ Desp. piso sup.	
piso 4	SIS. EST. YY	Y	0.00157	0.000266	1.2582	REGULAR
piso 3	SIS. EST. YY	Y	0.00130	0.000424	1.0849	REGULAR
piso 2	SIS. EST. YY	Y	0.00088	0.00046	0.9130	REGULAR
piso 1	SIS. EST. YY	Y	0.00042	0.00042	0.0000	REGULAR

Figura N° 57. Irregularidades por Rigidez en Y

Fuente: Elaboración Propia

La figura indica que en el eje X tiene una porcentaje del 67 % de masa participativa y en el eje Y un 0019 %.

Case	Mode	Period sec	UX	UY
Modal	1	0.206	0.6774	0.0019
Modal	2	0.118	0.048	0.0641

Figura N° 58. Porcentaje de Masa Participativa en eje "X" y "Y"

Fuente: Elaboración Propia

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Maximum m
PISO 4	SISMOXX	LinStatic			X	0.011884
PISO 3	SISMOXX	LinStatic			X	0.009384
PISO 2	SISMOXX	LinStatic			X	0.005921
PISO 1	SISMOXX	LinStatic			X	0.002509

Figura N° 59. Desplazamiento Maximo en el eje X

Fuente: Elaboración Propia

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Maximum m
PISO 4	SISMOYY	LinStatic			X	0.001405
PISO 4	SISMOYY	LinStatic			Y	0.002541
PISO 3	SISMOYY	LinStatic			X	0.001009
PISO 3	SISMOYY	LinStatic			Y	0.002049
PISO 2	SISMOYY	LinStatic			X	0.000559
PISO 2	SISMOYY	LinStatic			Y	0.001341
PISO 1	SISMOYY	LinStatic			X	0.000194
PISO 1	SISMOYY	LinStatic			Y	0.000619

Figura N° 60. Desplazamiento Maximo en el eje Y

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo los desplazamientos máximos en cada nivel de la edificación, se podrá hallar mediante un cuadro los desplazamientos laterales en cada dirección y así realizando la comparación con el valor indicado en la norma E-030.

DESPLAZAMIENTO LATERALES DIRECCION X									
Nivel	Piso Sup.	Piso Inf.	Difer.	R irregular	Altura piso	Distor. Piso	Despl. Obtenido	Despl. Max	
4	0.01188	0.00938	0.00250	2.7	2.8	0.00089	0.00241	0.005	cumple
3	0.00938	0.00592	0.00346	2.7	2.8	0.00124	0.00334	0.005	cumple
2	0.00592	0.00251	0.00341	2.7	2.8	0.00122	0.00329	0.005	cumple
1	0.00251	0.00000	0.00251	2.7	2.8	0.00090	0.00242	0.005	cumple

Tabla N° 18. Desplazamiento Laterales en el eje X

Fuente: Elaboración Propia

DESPLAZAMIENTO LATERALES DIRECCION Y									
Nivel	Piso Sup.	Piso Inf.	Difer.	R irregular	Altura piso	Distor. Piso	Despl. Obtenido	Despl. Max	
4	0.00254	0.00205	0.00049	2.7	2.8	0.00018	0.00047	0.005	cumple
3	0.00205	0.00134	0.00071	2.7	2.8	0.00025	0.00068	0.005	cumple
2	0.00134	0.00062	0.00072	2.7	2.8	0.00026	0.00070	0.005	cumple
1	0.00062	0.00000	0.00062	2.7	2.8	0.00022	0.00060	0.005	cumple

Tabla N° 19. Desplazamiento Laterales en el eje Y

Fuente: Elaboración Propia

LIMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTRE PISO

Estos límites no son aplicables a naves industriales

Material predominante	(Δ_i / h_{e_i})
Albañilería	0.005

Tabla N° 20. Límites para Desplazamiento Lateral de Entrepiso

Fuente: RNE E - 030

3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

En la investigación se tiene que realizar un análisis de datos mediante la ficha de observación en el cual en cada etapa del proceso del estudio comparativo; como son, Medrado, pre dimensionamiento de estructuras, diseño sísmico y presupuesto, donde se obtendrá un registro y por consiguiente mediante un cuadro comparativo se dará a conocer las características de la estructura de ambos sistemas.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

Según Chalco y Jesús (2020) citan a Viorato, N. et al. (2018) nos dice: La ciencia contribuye y también enriquece a la humanidad, mediante sus avances que se consolida, refuerza, trasciende y construye el conocimiento por el bien y la calidad de vida. El conocimiento científico que debe tener una cercanía a lineamientos éticos que agreguen responsabilidades e integridad. Por lo tanto la práctica ética de la ciencia es un imperativo, con una exigencia metodológica para el ejercicio pleno de la investigación.

Recapitulando lo dicho anteriormente en la presente investigación se mantiene un respeto indiscutible sobre la aplicación de la ética como parte integral de toda persona y profesional, en su efecto viene a ser un instrumento de autorregulación en el cual rige una decisión profesional y personal del ingeniero teniendo como base fundamental los valores y principios los cuales son pilares innatos del Colegio de Ingenieros del Perú. Por tal motivo cada material utilizado en esta investigación fue citado con las fuentes de los autores en el formato APA y finalizando con las referencias correspondientes.

IV. RESULTADOS

Proceso del diseño Estructural

Para realizar un correcto Diseño Estructural se utilizó criterios de estructuración y calculos de pre-dimensionamiento en ambos sistema estructurales, los cuales plasmaron diferencias en su proceso.

Sabiendo que “La estructuración aplicada tiene que satisfacer los requisitos arquitectonicos estructurales propuestos, de tal forma que el proyecto brinde un nivel de seguridad razonable, teniendo en cuenta los parametros urbanisticos” (Lermo, 2015). Por otra lado el predimensionamiento es el conjuntos de tecnicas que nos permiten calcular las dimensiones aproximadas de los elementos estructurales, que son verificados posteriormente en la fase del diseño sismorresistente.

En la siguiente figura se puede apreciar que ambos sistemas estructurales comparten la misma estructuración, en cambio en la etapa de pre-dimensionamiento varian en lo que consierne a sus elementos estructurales.

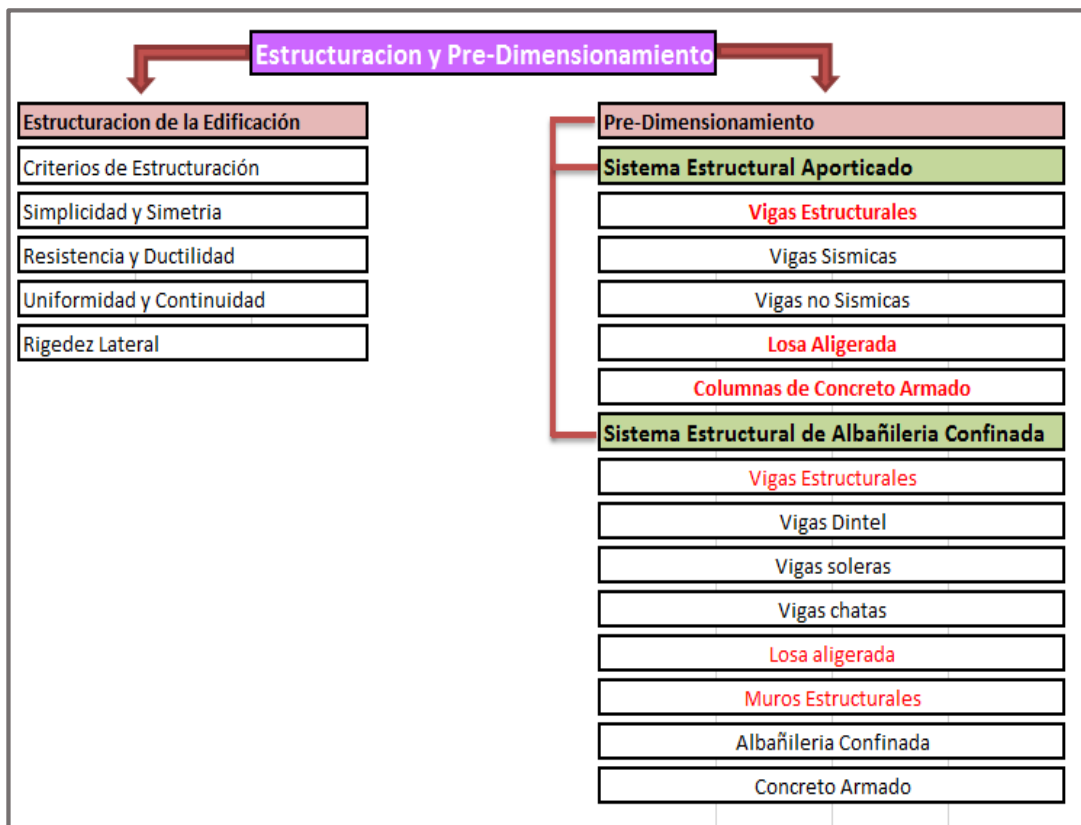


Figura N° 61. Diferencias del Proceso de Diseño Estructural

Fuente: Elaboración Propia

Descripción	Tipo de sistema Estructural			
	Aporticado		Albañilería Conf.	
	Área (m ²)	% Área total	Área (m ²)	% Área total
Muros Portantes	0.000	0.000	10.466	7.710
M. no Portantes	11.003	8.106	0.000	0.000
Columnas	2.280	1.680	0.060	0.044
Placas	0.000	0.000	0.537	0.396
Transito libre	122.462	90.215	124.682	91.850
Σ Áreas	125.745	100.000	135.745	100.000

Tabla N° 21. Areas en Planta de Elementos Estructurales y NoEstructurales

Fuente: Elaboración Propia

Viabilidad Económica

De acuerdo a los procedimientos de pre-dimensionamiento se pudo obtener los valores del peso de la Losa No Convencional el cual se puede apreciar en la siguiente figura, realizando una comparación con una losa tipo convencional se puede evidenciar que tiene un 56% menor de su peso, el cual se puede plasmar en el proceso constructivo de la edificación donde se podrá ver un menor costo en temas de personal y materiales.

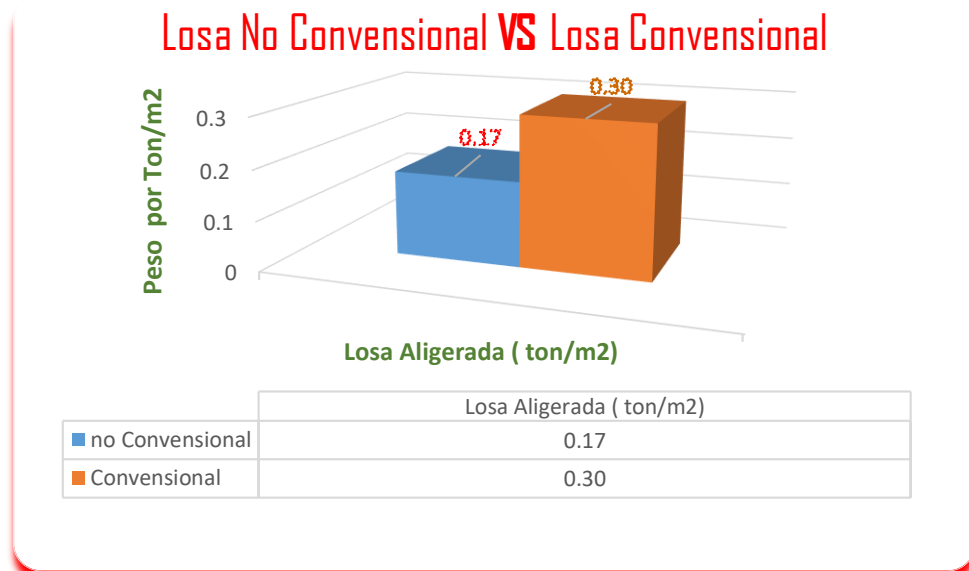


Figura N° 62. Losa No Convencional VS Losa Convencional

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte utilizando el sistema no convencional en las losas de la edificación. Según el Manual Técnico VIGACERO que está respaldado por SENCICO y Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento el cual nos brinda ciertos parámetros constructivos en el cual se puede apreciar un esquema de apuntalamiento de VIGACERO, nos indica que este tipo de losas no convencional no requiere apuntalamiento en luces menores a 3 metros, siendo este un dato muy importante en la elaboración del presupuesto, ya que disminuye los costos de material de apuntalamiento y mano de obra al igual que el tiempo de ejecución en un proyecto.

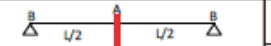
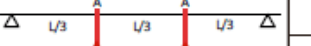

ESQUEMA DE APUNTALAMIENTO SISTEMA VIGACERO				
Longitudes entre ejes de apoyo	Espesor de losa	Esquema de apuntalamiento	Reacción sobre la línea de puntales (A)	Reacción sobre la línea de puntales (B)
L > 3.00 m	e=17cm		≤ 152.82 Kg/m	392,97 Kg/m
	e=20cm	Una línea de puntales	≤ 154.00 Kg/m	396 Kg/m
3.00 m ≤ L ≤ 5.50 m	e=20cm		≤ 385.95 Kg/m	992,50 Kg/m
	e=25cm	2 líneas de puntales	≤ 400.25 Kg/m	1029,3 Kg/m
5.50 m ≤ L ≤ 8.00 m	e=30cm		≤ 481,62 Kg/m	1238,45 Kg/m
		2 líneas de puntales		

Figura N° 63. Esquema de Apuntalamiento Sistema VIGACERO

Fuente: Manual Técnico VIGACERO

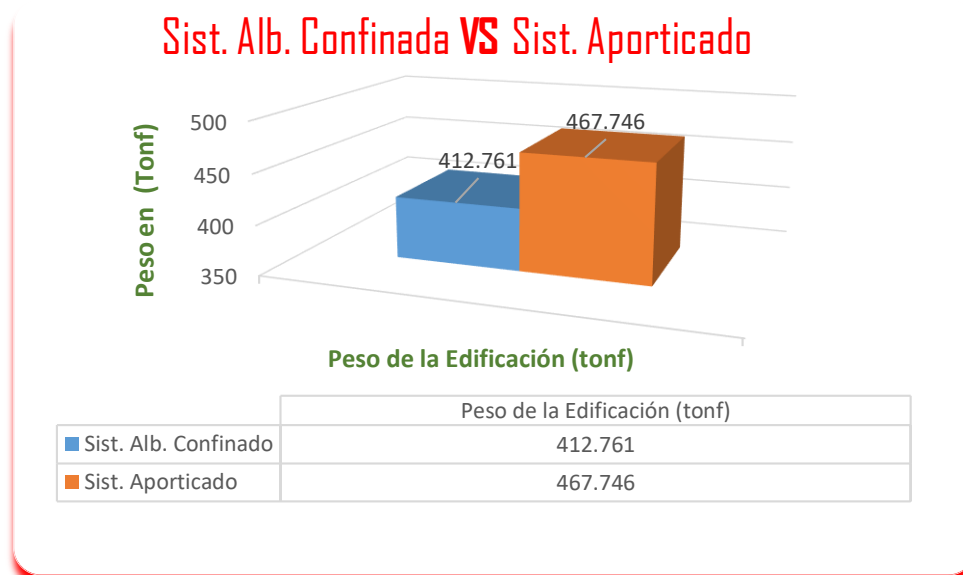


Figura N° 64. Comparación de Pesos, Alb. Confinada VS Aporticado

Fuente: Manual Técnico VIGACERO

Tomando como referencia la masa actuante en cada Sistema Estructural podemos apreciar que en el Sistema Albañilería Confinada tiene una diferencia de 54.985 tonf menor que el Sistema Aporticado, lo cual le hace más viable como alternativa económica.

Sist. Alb. Confinada		Sist. Aporticado	
Nivel	Peso tonf	Nivel	Peso tonf
1	103.958	1	133.874
2	104.397	2	133.874
3	107.465	3	133.874
4	96.941	4	66.124
	412.761		467.746

Tabla N° 22. Resultado de Pesos en Tonf

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 65. Comparación de Peso de la Edificación en cada nivel

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Sísmico en los Sistemas Albañilería Confinada y Sistema Aporticado

Distribución de la fuerza sísmica en altura

Para realizar una adecuada distribución de fuerzas sísmicas en cada nivel se utilizara las siguientes formulas y datos obtenidos en el análisis estático – dinámico.

$$F_i = a_i \cdot V \quad a_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{i=1}^n P_i(h_i)^k}$$

a) Para T menor o igual a 0.5 segundos : k = 1.0

b) Para T mayor que 0.5 segundos: K = (0.75 + 0.5 T). ≤2.0.

V= 180.583		T= 0.206 s ≤ 0.5 s OKj			K= 1.000		
DISTRIBUCION DE LA FUERZA SISMICA EN ALTURA " SIST. ALB. CONFINADA"							
Piso	P _i	h _i	(h _i) ^k	P _i *(h _i) ^k	a _i	V	F _i
4	96.941	11.2	11.2	1085.74	0.379	180.583	68.455
3	107.465	8.4	8.4	902.71	0.315	180.583	56.915
2	104.397	5.6	5.6	584.62	0.204	180.583	36.86
1	103.958	2.8	2.8	291.08	0.102	180.583	18.352
Σ					1.000		180.58

Tabla N° 23. Fuerza Sísmica en cada nivel(F_i)

Fuente: Elaboración Propia

V= 76.740		T= 0.526 s ≤ 0.5 s NOj			K= 1.013		
DISTRIBUCION DE LA FUERZA SISMICA EN ALTURA " SIST. APORTICADO"							
Piso	P _i	h _i	(h _i) ^k	P _i *(h _i) ^k	a _i	V	F _i
4	66.1243	11.2	11.56	764.22	0.249	76.740	19.122
3	133.8739	8.4	8.64	1156.09	0.377	76.740	28.928
2	133.8739	5.6	5.73	766.67	0.250	76.740	19.184
1	133.8739	2.8	2.84	379.90	0.124	76.740	9.506
Σ					1.000		76.740

Tabla N° 24. Fuerza Sísmica en cada nivel (F_i)

Fuente: Elaboración Propia

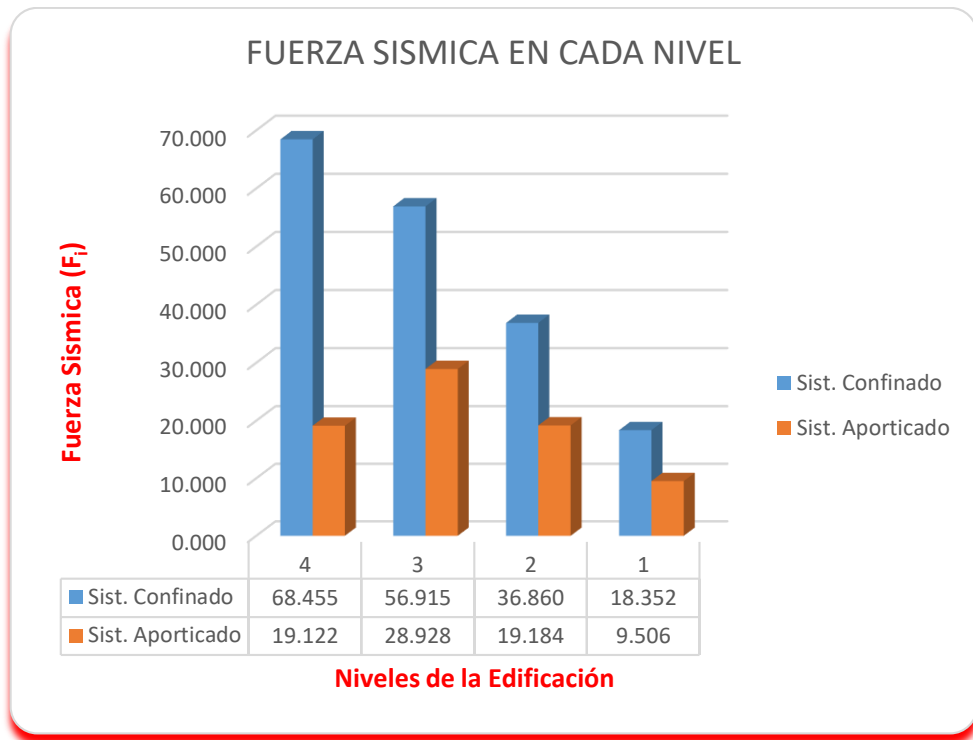


Figura N° 66. Comparación de Fuerzas Sísmicas en cada Piso (F_i)

Fuente: Elaboración Propia

Desplazamiento Lateral en el Sistema Albañilería Confinada

El sistema estructural de albañilería confinada, empleara los siguientes cuadros para realizar la comparación con lo establecido en la norma E – 030, los cuales indican que el desplazamiento de la edificación no debe exceder de 0.005.

DESPLAZAMIENTO LATERAL "X"			DESPLAZAMIENTO LATERAL "Y"		
Nivel	Despl. Obtenido	Despl. Max.	Nivel	Despl. Obtenido	Despl. Max.
4	0.0024	0.005	4	0.0005	0.005
3	0.0033	0.005	3	0.0007	0.005
2	0.0033	0.005	2	0.0007	0.005
1	0.0024	0.005	1	0.0006	0.005

Tabla N° 25. Desplazamiento Lateral en el eje "X" y "Y"

Fuente: Elaboración Propia

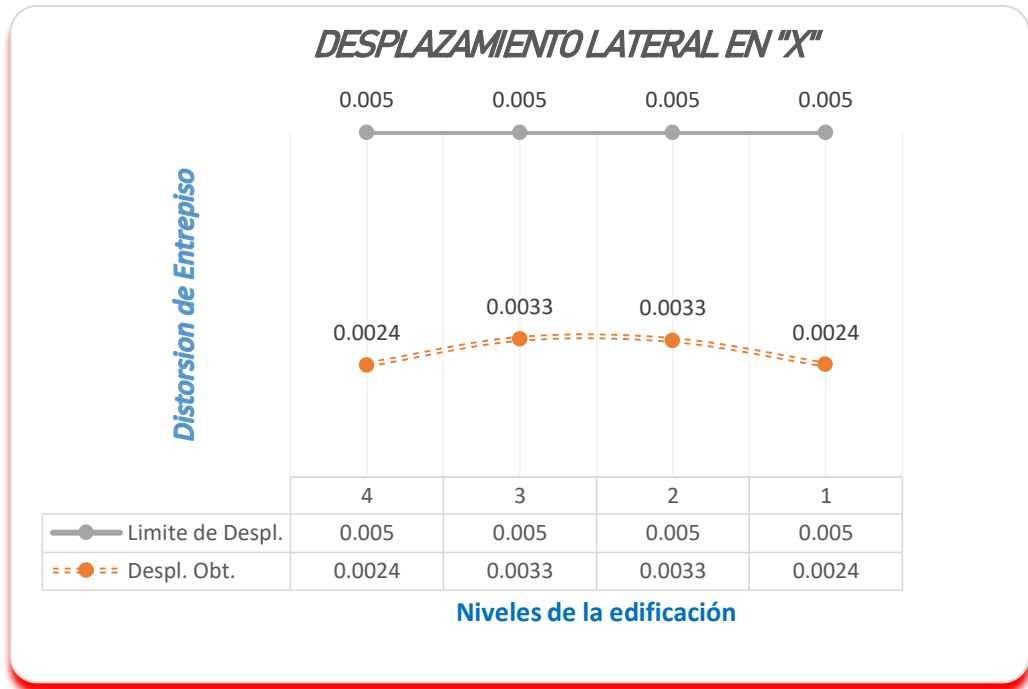


Figura N° 67. Desplazamiento Obt. Vs Desplazamiento Límite eje "X"
Fuente: Elaboración Propia

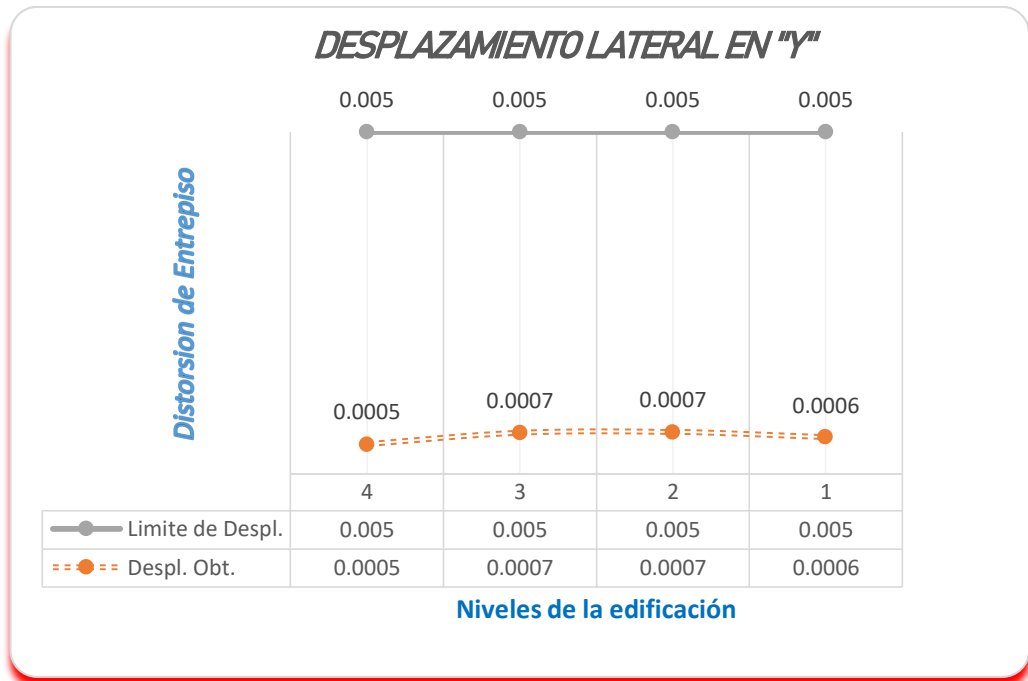


Figura N° 68. Desplazamiento Obt. Vs Desplazamiento Límite eje "Y"
Fuente: Elaboración Propia

Desplazamiento Lateral en el Sistema Aporticado

El sistema estructural Aporticado, empleara los siguientes cuadros para realizar la comparación con lo establecido en la norma E – 030, los cuales indican que el desplazamiento de la edificación no debe exceder de 0.007.

DESPLAZAMIENTO LATERAL "X"			DESPLAZAMIENTO LATERAL "Y"		
Nivel	Despl. Obtenido	Despl. Max.	Nivel	Despl. Obtenido	Despl. Max.
4	0.0043	0.007	4	0.005	0.007
3	0.0038	0.007	3	0.0046	0.007
2	0.0031	0.007	2	0.0037	0.007
1	0.0017	0.007	1	0.0021	0.007

Tabla N° 26. Desplazamiento Lateral en el eje "X" y "Y"

Fuente: Elaboración Propia

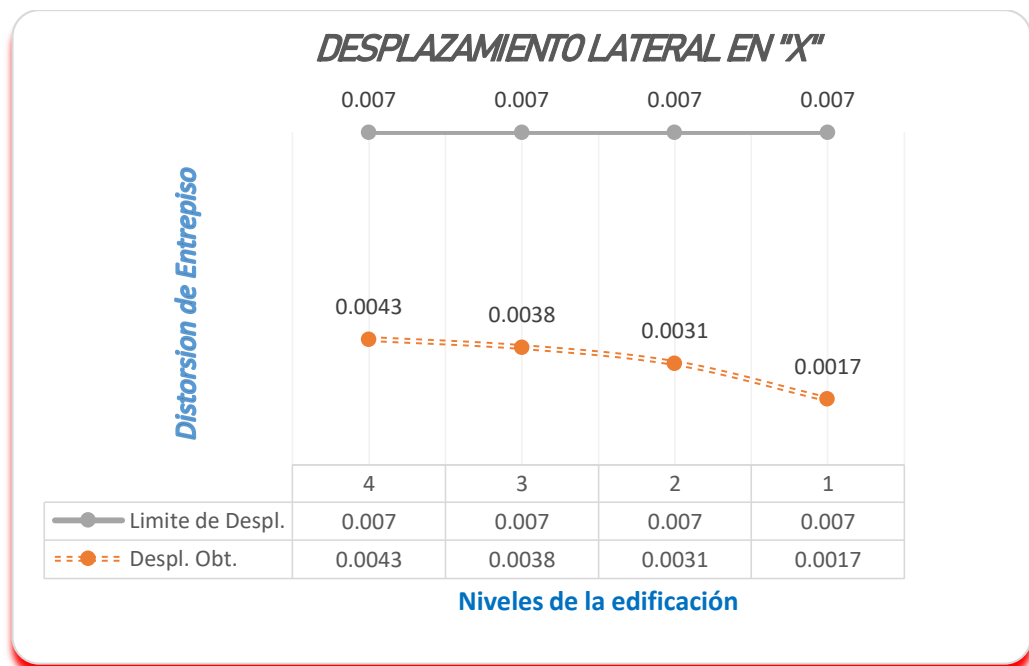


Figura N° 69. Desplazamiento Obt. Vs Desplazamiento Límite eje "X"

Fuente: Elaboración Propia

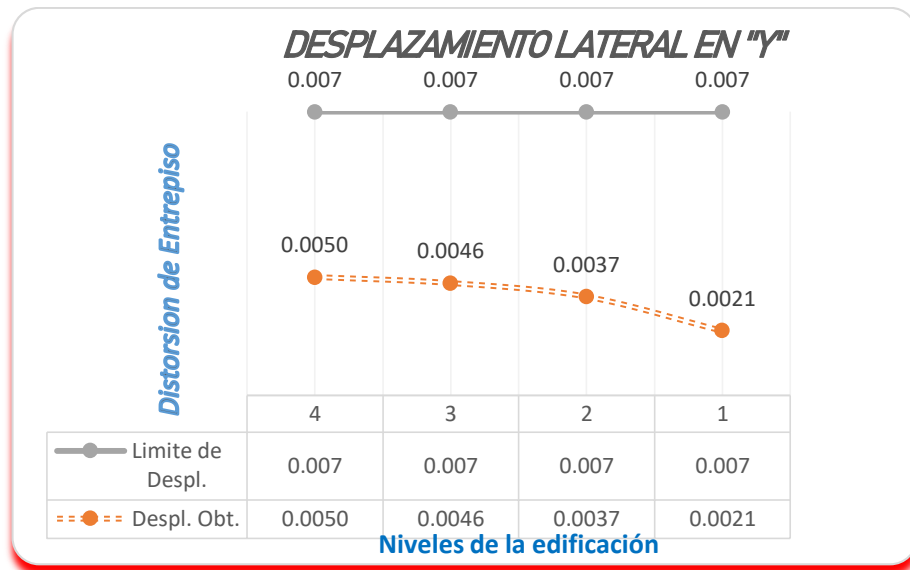


Figura N° 70. Desplazamiento Obt. Vs Desplazamiento Límite eje "Y"

Fuente: Elaboración Propia

Periodo fundamental de Vibración en el sistema Albañilería Confinada

Se calculara utilizando el siguiente cuadro de datos en el cual se ingresa los pesos por cada nivel y la cortante basal.

PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACION SIST. ALB. CONFINADO								
piso	altura	pesos	$P_i x h_i$	C_i	F_i ton	D_i mm	$P_i D_i^2$	$F_i D_i$
4	2.8	103.96	291.08	0.25	45.48	8.44	7408.78	383.95
3	2.8	104.40	292.31	0.25	45.67	6.73	4731.26	307.48
2	2.8	107.47	300.90	0.26	47.02	4.29	1973.18	201.46
1	2.8	96.94	271.44	0.23	42.41	1.83	323.94	77.53
Σ		412.76	1155.73	1.00	180.58		14437.16	970.42

Tabla N° 27. Periodo Fundamental de Vibración

Fuente: Elaboración Propia

PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACION SIST. APORTICADO								
piso	altura	pesos	$P_i x h_i$	C_i	F_i ton	D_i mm	$P_i D_i^2$	$F_i D_i$
4	2.8	133.874	374.8469	0.2862	21.96381	17.668	41789.8	388.0565
3	2.8	133.874	374.8469	0.2862	21.96381	15.636	32730.1	343.4261
2	2.8	133.874	374.8469	0.2862	21.96381	11.334	17197.4	248.9378
1	2.8	66.124	185.1481	0.1414	10.84858	5.505	2003.9	59.7214
Σ		467.746	1309.69	1.00	76.74		93721.22	1040.14

Tabla N° 28. Periodo Fundamental de Vibración

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo los valores calculados se procede a utilizar la fórmula establecida en el RNE E-030, el cual como resultado nos brindara el periodo fundamental de Vibración de la edificación en ambos sistemas estructurales.

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i \cdot D_i^2)}{(g \cdot \sum_{i=1}^n F_i \cdot D_i)}}$$

T= 0.21 s

SIST. ALB. CONFINADA

T=0.526 s

SIST. APORTICADO

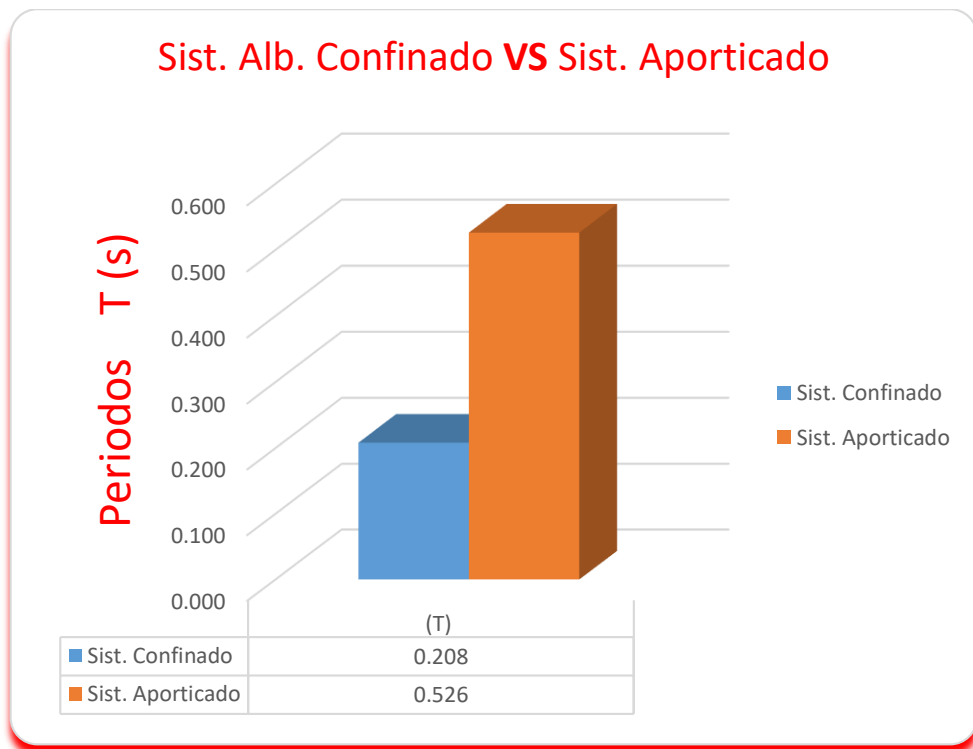


Figura N° 71. Periodo "T" de Sist. Alb. Confinado VS Sist. Aporticado

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

Para Olivera, L. en su Artículo Científico titulado “Albañilería Confinada en Perú: Sistema constructivo sismorresistente y económico”, concluye que las viviendas de Albañilería confinada son una de las más populares en el Perú, además ofrecen ser altamente sismorresistentes y económicas, el cual deben estar diseñadas por un profesional, estas han demostrado ser eficiente en tomar cargas sísmicas, además de ser económico y fácil de construir. Comparando nuestro trabajo de investigación con el artículo científico mencionado en líneas anteriores, se puede evidenciar las coincidencias en que el Sistema de Albañilería confinada es económicamente viable por sus distintas etapas de diseño estructural y proceso constructivo. Esto se puede apreciar en las tablas de comparación de pesos de cada sistema estructural, en lo cual el sistema de albañilería confiando tiene una cierta cantidad inferior al sistema aporticado, lo cual se puede evaluar de manera comparativa con los costos de materiales y procesos constructivos. Adicionando la aplicación de losas no convencionales en la etapa de diseño como un factor de reducción de costos en la etapa de presupuesto.

Reyes Indira Herrera González, Mikhail Samir Saba Rodríguez, Eleinys Andreina Mendoza Cordero, Ronald David Ugel Garrido. En su artículo de científico titulado “Vulnerabilidad sísmica de un edificio aporticado de concreto armado de cinco niveles, con irregularidad en planta y variaciones en el diafragma de piso” indica que el análisis sísmico En el primer nivel se realizó el análisis torsional demostrando que los mayores esfuerzos suceden en esquinas adyacentes al área entrante en planta de la estructura con diafragma rígido, se llega a una conclusión que el esfuerzo torsional baja a medida que aumenta el nivel de la edificación y que los mayores momentos y rotaciones se sitúan entre el primer y segundo piso. Comparando con nuestro trabajo de investigación y los resultados mostrados en el análisis sísmico de ambos sistemas estructurales, se observa una semejanza entre los resultados del artículo científico. Ya que nuestra edificación en estudio tiene irregularidad en planta como son esquinas entrantes y un diafragma rígido. Analizando los resultados del desplazamiento promedio nos indica que tenemos una estructura regular de acuerdo a nuestra rigidez lateral.

Vielma Juan Carlos, Barbat Alex H, Oller Sergio. En su artículo científico titulado “Respuesta no lineal de edificios de concreto armado diseñados para baja ductilidad”.

Mencionan que para garantizar su respuesta dúctil, un correcto confinamiento es un requisito necesario, pero no suficiente, siendo también necesaria una adecuada configuración y un óptimo dimensionamiento de las secciones transversales. Un correcto confinamiento sólo es aprovechable en el caso de las edificaciones con una configuración y tipología que le permitan un comportamiento dúctil, tal como son las edificaciones de sistemas aporticados con vigas de canto. Lo mencionado en líneas anteriores coincide con nuestro trabajo de investigación en el cual en la etapa de pre-dimensionamiento y diseño de cada sistema estructural se priorizó una adecuada configuración y un óptimo dimensionamientos de los elementos estructurales, para así obtener resultados favorables en el análisis sísmico de cada sistema estructural en estudio.

Según Olasunkanmi, Hassan, Ezan y Zubair en su investigación "A Sustainable Material for Building Construction", Tiene como propósito dar a conocer las debidas propiedades únicas de los beneficios de los bloques de poliestireno, siendo estas un material que se puede utilizar en la construcción de edificios residenciales, comerciales e industriales a un ritmo muy rápido y económico que los edificios convencionales de ladrillo / bloques y mortero, dando un beneficio del material EPS de poliestireno expandido como durabilidad, resistencia a la humedad, aislamiento acústico-térmico probado, montaje rápido, resistencia a las termitas, peso ligero y resistencia al daño sean estos al transportar el material o en la colocación de estas mismas. Comparando los resultados con nuestra tesis, efectivamente es un material el cual se utiliza en losas no convencionales, teniendo como efecto un peso menor a las losas convencionales hasta un 50 %, llevando este valor en una posterior elaboración de un presupuesto, se puede indicar que tiene un significativo efecto en temas de costos de material y mano de obra. Convirtiendo la aplicación del material EPS, como construcciones sostenibles en nuestro país. De tal manera que se pueda evidenciar un costo beneficio favorable en la utilización del sistema de albañilería confinada con losas no convencionales ya que brindara beneficios al propietario tanto como económicamente y estructural así teniendo una edificación con un buen diseño sísmico que le brindara la seguridad requerida ante sismos.

VI. CONCLUSIONES

En la etapa de diseño estructural se pudo apreciar diferencias entre ambos sistemas, en el caso del sistema aporticado su estructuración se basa en la distribución de elementos estructurales formando pórticos uniformes al igual que los elementos longitudinales, en la etapa del pre- dimensionamiento se realiza según las formulas y criterios estructurales que existen dando como resultado que las columnas son las que se ven más afectadas por el análisis sísmico. En cambio en el sistema de albañilería confinada para realizar su estructuración requiere una densidad de muros mínima siendo también estos muros de forma continua en cada nivel, para temas de pre-dimensionamiento se inicia con el espesor de muros para la verificación de densidad de muros de acuerdo al área techada.

Para realizar el diseño estructural de cada sistema estructural se tuvo que obtener los coeficientes de reducción los cuales están establecidas en el RNE E-030, para el sistema Aporticado se empleó un valor de $R_o = 8$ y el sistema de albañilería confinada un valor de $R_o = 3$.

Para tener una mejor respuesta del diseño estructural de ambos sistemas, se empleó el programa ETABS ya que nos permitirá calcular las fuerzas de momentos y esfuerzos, conjuntamente con el RNE -030 el cual nos permitirá obtener factores de irregularidad que son muy importantes y diseñar una estructura funcional, cabe mencionar que en el proceso no se modificó la arquitectura en ambos sistemas estructurales.

Analizando los resultados del sistema de albañilería confinada se concluye que se diseñó una edificación con diseño estructural más favorable obteniendo un peso menor al sistema confinado lo cual se puede traducir como una menor inversión en costos de material y tiempo de ejecución, esto también es respaldado por los artículos científicos que se presentaron, los cuales indican que el sistema de albañilería confinada es económicamente viable y tiene un diseño sismorresistente aceptable.

Para reducir los costos de material, mano de obra y tiempo de ejecución también se pudo agregar el uso de losas no convencionales en el proceso de diseño, el cual está demostrado por el Manual Técnico de VIGACERO y respaldado por entidades como

el Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento en el cual se puede encontrar las distintas ventajas de la aplicación de esta resistente aplicación de losas no convencionales dando inicio a construcción sostenibles.

De acuerdo a los resultados anteriormente mencionados en el sistema estructural Aporticado se puede apreciar que tiene un peso de 467.746 tonf y el sistema Albañilería Confinada un peso igual a 412.761 tonf. Esto indica que el primer sistema estructural mencionado es un 13.32% más pesado frente a cargas laterales.

Para cumplir con ciertas sollicitaciones ante fuerzas laterales, se tuvo que incrementar la rigidez en la dirección "X" y "Y", por lo tanto en el sistema de Albañilería confinada se propuso agregar placas de concreto armado y muros portantes arriostrados con vigas dintel, por otro lado en el sistema aporticado se tuvo que trabajar con vigas peraltadas.

De acuerdo al análisis sísmico tenemos periodos fundamentales favorables en el sistema estructural Aporticado el cual indica que es una estructura mucho más flexible a diferencia del sistema de Albañilería confinada que se presenta como una estructura mucho más rígida ante cargas laterales ya que trabaja con muros portantes.

Para analizar las distorsiones producidas causadas por fuerzas laterales dinámicas en ambos sistemas estructurales se efectuó a comparar con los factores límites de desplazamiento lateral establecido en el RNE E-030, Sistema aporticado (0.007), sistema albañilería confinada (0.005) los cuales de acuerdo a los resultados no sobrepasaron estos valores.

VIII. RECOMENDACIONES

Posterior a los resultados hallados en las distintas etapas del proyecto de investigación, se realizara las siguientes recomendaciones para futuros trabajos de investigación.

El programa Etabs por defecto calcula los pesos de los elementos estructurales, lo cual no ocurre en los elementos no estructurales por tal motivo se recomienda agregarlos en el modelamiento como cargas distribuidas de tal manera que puedan tener una exactitud mayor en los análisis sísmicos.

Una de las alternativas en muros portantes menores a 1.2 m podría ser la utilización de placas de concreto armado, para así mantener la arquitectura inicial de la edificación.

La aplicación del sistema de albañilería confinada es más favorable aplicar netamente en viviendas familiares y/o multifamiliares ya que la configuración de los muros portantes debe mantener una continuidad vertical en todos los niveles, para así tener mejores respuestas en el modelamiento y comportamiento de la estructura.

Se recomienda optar por el sistema aporticado si se da el caso de una variación del área de ambientes del primer nivel mediante la demolición de muros de separación con fines comerciales,

Fomentar el sistema estructural de albañilería confinada aplicando losas no convencionales ya que presentan una mejor rentabilidad y menor costo constructivo.

Crear una Norma Técnica de Edificación en el cual se pueda agregar el diseño de losas no convencionales, así el profesional pueda familiarizarse más con el tema y se pueda impulsar construcciones sostenibles.

Al momento de diseñar ambos sistemas estructurales es recomendable reducir las áreas libres en planta cercanas al centro de gravedad debido a que produce mayor excentricidad afectando al diseño estructural.

Finalizando un análisis sísmico en el cual se pueda observar que las distorsiones laterales sean mayores de acuerdo al RNE E-030. En caso del sistema aporticado sobre pasen el límite de 0.007 se tiene que incrementar el peralte de las vigas en tanto en el sistema de albañilería confinada sobre pasen el valor de 0.005 se debe elevar la densidad de muros para así obtener resultados favorables.

REFERENCIAS

- Aguilar, C. (2018) Estudio de estructuras de albañilería confinada con perfiles de acero en Chile. (Tesis de título profesional). Universidad de Chile. Santiago de Chile. Recuperado, Desde: <http://repositorio.uchile.cl/handle/>.
- Alva, J. (2016) Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en laderas de la urbanización Tahuantinsuyo del distrito de independencia. (Tesis de título profesional) Universidad Privada del Norte. Lima. Recuperado, Desde: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10571>.
- Angles, P. (2008). “Comparación del Comportamiento a Carga Lateral Cíclica de un Muro Confinado con Ladrillos de Concreto y otro con Ladrillos de Arcilla”. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú – Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado. Desde: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/144>
- Astroza, M. y Schmidt, A. Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño (artículo científico). Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil, Santiago, Chile 2003. Recuperado, Desde: <file:///C:/Users/USER/Downloads/51Art%C3%ADculo%20cient%C3%ADfico-291-1-10-20141029.pdf>
- Cáceres, C. & Enríquez, R. (2017). Análisis de Costos, Diseño Sismorresistente – Estructural Comparativo entre los Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Estructural de un Edificio Multifamiliar. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Recuperado, Desde: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2436>
- Castrillón, S. (2016). Sistema Aporticado para intervención en edificios patrimoniales (Artículo Científico). Universidad Católica de Pereira,

Facultad de arquitectura y diseño programa arquitectura Pereira 2016.
Recuperado,

Desde: <https://repositorio.ucp.edu.co/handle/10785/3614>

Capeco. (17, septiembre, 2020). Análisis de costos Unitarios (google). Recuperado,
desde: <https://capeco.edu.pe/>

CUSTODIO Luis. MANUAL DE INSTALACIÓN DE TECHO ALIGERADO CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ACERO. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. Lima, Perú 2014.

Desde en: <https://n9.cl/olkd>

Chasi, B. (2016) análisis comparativo de un sistema aporticado y un sistema de muros de ductilidad limitada en su incidencia en el costo beneficio (tesis de título profesional). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Recuperado,
Desde: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23560>.

Chávez, L. & Seminario, R. (2014). “Comparación del Comportamiento Sísmico entre un Muro de Albañilería Armada y otro de Albañilería de Junta Seca utilizando Bloques de Concreto Vibrado”. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú – Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado. Desde: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle>.

Chillagana J. (2013). Sistemas constructivos de muros de ductilidad limitada aplicados en viviendas de quito bajo el reglamento del ACI 318S-08 y la norma ecuatoriana de la construcción. (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito - Ecuador. Recuperado. Desde: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2206>.

Deza, J. Orihuela, D. (2019) parámetros comparativos de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada del edificio multifamiliar de 5 niveles,

residencial Araya en el distrito de Santiago de Surco- 2019. (Tesis de título profesional). Universidad Ricardo Palma. Lima. Recuperado, Desde: [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/.](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/)

Dieguez J. Moron M. y Casarin M. Análisis del comportamiento estructural de edificaciones de acero sismoresistente de gran altura, utilizando el sistema estructural Diagrid (artículo científico). Universidad Rafael Urdeneta, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería 2015. Recuperado, Desde: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57759145/diagrid-with-cover-page.pdf?Expires=1621267001&Signature=CDV9xNX85zd8vtoXf30YcZ5mL8WHg5tdz3l8Z3wEgVNIOp-9SIJ21zX6AFaHraPvWYaU1XlqWlre0e8tM0X4EaCUzMpSi3hEUgjWrOvLnV6mq4XM-QJTL>

Domingo A. Sistema de muros de mampostería estructural confinada con perfiles de acero para la vivienda de bajo costo. (Artículo científico). Venezuela 2005. Recuperado,

Desde:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32923909/Sistema_de_muros_de_mamposteria_estructural_confinada_con_perfiles_de_acero_para_la_vivienda_de_bajo_costo-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1626726733&Signature=FLTP8PZs0RDYSTU4ICjAv1z6-BgF0zsDZDtFcypuBbFb50mEUahJXaIPNW4FJBsvpN0RhW29Ojrnd33VuEhwEXefFYzKFAb~UZ5H4AwDdYDH9~TdNzu75nZZR24TgKVHclYRqYL6JpyEchg7vddb1coZJ19YGsMTm-LOO9lut6CZPXwZoLr~5SE8Cy6EuM~d5fxrXpZ03QY2lpuypS0PiXoLCmVvXSeVnu7UOOh9IF2N68ybQEQwjF5MGmjErY2~rNKLrojrZT1nY~gpG7weyeMWMdvmoc~wtN9tw7y~PAQwfOOw4sWbVrfsJLCOQX6KR~l92g8zKkwYj93BITKhw &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Escamilo J. (2017). Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, La Libertad. (Tesis para optar el título de

Ingeniero Civil). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú.
Recuperado. Desde: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3587>.

García, G. (2013). Cada año se levantan 50 mil viviendas informales, sin licencia de construcción. En Diario La República parr. 7. Lima. Recuperado, desde: <https://larepublica.pe/economia/700948-cada-ano-se-levantan-50-mil-viviendas-informales-sin-licencia-de-construcción/>.

Hassan, Olasunkanmi, Esan, Zubair. Polystyrene: A Sustainable Material for Building Construction. Journal of Scientific and Engineering Research. (Artículo Científico). USA 2017, p. 474. Recuperado, Desde: [Desde: https://n9.cl/aheo](https://n9.cl/aheo)

Hernández, L. (2012) Análisis y diseño estructural de un edificio de albañilería confinada empleando muros de corte tanto de albañilería confinada y de concreto armado (tesis de título profesional). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Recuperado: Desde: <https://www.academia.edu/>.

Herrera. J. (2016) Estudio de las patologías en elementos constructivos de albañilería estructural, aplicado en un proyecto específico y recomendaciones para controlar, regular y evitar los procesos físicos en las edificaciones que se desarrollan en la ciudad de Guayaquil. (Tesis de maestría). Universidad de Guayaquil. Guayaquil. Recuperado, Desde: <http://repositorio.uq.edu.ec/bitstream/redug/>.

Huapaya, R. (2017) Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal. (Tesis de título profesional). Universidad Ricardo Palma. Lima. Recuperado, Desde: <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/>.

Huerta, A., Pómez, V., Castillo, V. & Oshiro, F. (2004). “Análisis y Diseño Estructural de un Edificio de Albañilería Armada”. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú – Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado. Desde:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/>.

INEI. (12, septiembre, 2020). Población peruana en el 2020 (google). Recuperado, Desde: <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/>.

León, J. (2019) Análisis comparativo de un sistema sismo resistente aporticado con disipadores y sin disipadores de fluido viscoso (tesis de título profesional). Universidad Peruana los Andes. Huancayo. Recuperado, Desde: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/933>.

Ladera, J. (2019). Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de San Carlos, distrito Huancayo 2017. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Continental, Huancayo, Perú. Recuperado, Desde: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5168>.

Masculan E. Sistema constructivo no convencional de viviendas empleando paneles de poliestireno expandido y malla electrosoldada tipo emmedue (M2). (Artículo Científico). Universidad nacional de ingeniería, lima, Perú 2013. Recuperado, Desde: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/15003>

Ministerio de Vivienda y Construcción. (2018). Norma Técnica E. 020. Cargas, (google). Recuperado, desde: <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/>.

Ministerio de Vivienda y Construcción. (2018). Norma Técnica E. 070. Albañilería, (google). Recuperado, desde: <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/>.

Ministerio de Vivienda y Construcción. (2018). Norma Técnica E. 030. Diseño Sismoresistente, (google). Recuperado, desde:

<http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/>.

Navarro, E. (2017). Fundamentos de la investigación y la innovación educativa. (Primera edición). Madrid. Printed in Spain. Consultado en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60587421/>.

Pereira-Pérez, Z. (2010) Los diseños de método mixto en la investigación en educación: una experiencia concreta. Costa rica. Recuperado, desde: <https://www.researchgate.net/publication/>.
DOI: [10.15359/ree.15-1.2](https://doi.org/10.15359/ree.15-1.2).

Quiroz, L. - Vidal, L. (2015). Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en las edificaciones conformadas por sistemas aporricado y de albañilería confinada en el sector de la esperanza parte baja - Trujillo (tesis de título profesional). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Recuperado, Desde: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/1146>.

Rodriguez-Gomez, G., Gil-Flores, J. y Garcia-Jimenez, E. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. España. Recuperado, desde: https://cesaraquilar.weebly.com/uploads/2/7/7/5/2775690/rodriguez_gil_01.pdf.

Ríos, M. (2018). Construcción de vivienda informal impulsará dinamismo del sector, según Capeco. En Diario Gestión párr. 2. Lima recuperado desde: <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/construccion-vivienda-informal-impulsara-dinamismo-sector-capeco-249837-noticia/>.

Romero-Viorato, N. (2019). La ética en la investigación cualitativa. México. Recuperado, desde: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cuidarte/cui-2019/cui1916e.pdf>.
DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fesi.23958979e.2019.8.16.70389>.

Rivas, M. (2018). Análisis técnico-económico-comparativo entre sistemas estructurales de albañilería confinada y albañilería armada en una vivienda

de 03 niveles en la ciudad de Piura. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad Nacional de Piura. Piura. Recuperado, desde: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1407>.

Shaquihuanga, D. (2014). Evaluación del estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector fila Alta-Jaén. (Tesis de titulación). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. Recuperado, desde: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/379>.

Sánchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018). Manual de términos de investigación científica, tecnológica y humanística. (Primera edición). Lima: Bussiness Support Aneth S.R.L. Consultado en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1480>.

San Bartolomé, Á. y Castro, A. Reparación de un muro de albañilería confinada (artículo científico). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú – 2011. Recuperado, Desde: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59688455/20070427-Reparacion-Muro_20Confinado_2020190612-17317-1axn5nd-with-cover-page.pdf?Expires=1621278416&Signature=QMHR0bjmFdFSJ4GqIS6KT A-ve4LH~eaChBORkxHrKSYvLj2sUarJdbkHs-DPh1TBuJyt4n34Pi6o7jkYyUR9jvvj1ltuwKsonMoVscmUyuMFmiVNxh5~bvOT4kU2XG6HlcuSh8kE8P0605GMu2nbNkA8P9uPw2atSBBkMFgeM Ht0lLtA4EnXUJLi8UbQuvolrqtnPI5e62uiseMj8D8aJLNE2nwg2SspB0dX01Xa8T0y2v22L3I5xfzIPL257aZTLRnxISrnDnIXJq9sQWcSEARoFxiBAoka0eHj9Pe9HAMngQ73qGXxJZohy8YMJDqy55XTE5unL-gEj9uBHmlQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

San Bartolomé, Á. y Quiun, D. Propuesta normativa para el diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada (artículo científico), Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú – 2004. Recuperado,

Desde: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35795675/20070807-Propuesta_en_Alba-Con-Construlink-with-cover-page.pdf?Expires=1621277732&Signature=NkZQp-BUzArH0eWnsWmyLF6ZnuELGs~ANRZmR63jQ6qrORJOHXLrHU-ATsJLg5lZV2D3jxvZdU-LLt~nlph0WxowdLXaVKyKrJdZ9HUhT3kKf4lc6YFxQ8iRdQgCBAjMVs6pvE0IOOfFLKxinhw68iPkHunCOWC3LzS11vvQfR7hzXGtcXLgnDfN7qY0X07EaKI6oxY7ebH31f~wnC07e0GjFOlloall0ddmp02KdORU9U42eJlc1cxoUyJof9AUvdl~Z~PHrxkYf3WMSw~fKeizFrow244ZR6oA~Fk5jpnR9~qrk59nqRjzwFL8wl-iu5DWpK-58GVkqtoYLM91aw_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Urdaneta Hely. Estudio comparativo del comportamiento sismorresistente de una estructura mixta acero – concreto con aisladores elastoméricos de neopreno (artículo científico). Universidad Rafael Urdaneta, Escuela de ingeniería civil, facultad de ingeniería, Maracaibo, Venezuela 2018. Recuperado,

Desde: <file:///C:/Users/USER/Downloads/158-322-1-PB.pdf>

ANEXOS

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros: **Ccpatinta Bustamante, Juan Carlos y Sandoval Bances, katterinne Jannet**, estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura; y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Proyecto de Investigación:


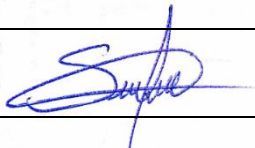
“Estudio Comparativo Estructural del Sistema de Albañilería Confinada y Aporticado en una Vivienda Multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021”

Es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Proyecto de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 23 de Julio del 2021

Apellidos y Nombres del Autor: Ccpatinta Bustamante, Juan Carlos.		
DNI: 46121987	Firma	
ORCID: 0000-0002-4374-5091		
Apellidos y Nombres del Autor: Sandoval Bances, katterinne Jannet.		
DNI: 72671069	Firma	
ORCID: 0000-0003-0869-2980		

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Cornejo Saavedra, Gustavo Ivanovich, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura; y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Moyobamba, asesor del Trabajo de Investigación / Tesis titulada:


“Estudio Comparativo Estructural del Sistema de Albañilería Confinada y Aporticado en una Vivienda Multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021”.

De los autores **Ccapatinta Bustamante, Juan Carlos y Sandoval Bances, katterinne Jannet**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Proyecto de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 23 de Julio del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor: Cornejo Saavedra, Gustavo Ivanovich	
DNI 45666360	Firma 
ORCID 0000-0002-7673-5148	

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Nosotros: Ccapatinta Bustamante, Juan Carlos, identificado con DNI N° 46121987 y Sandoval Bances, katterinne Jannet, identificado con DNI N° 72671069, respectivamente, Alumnos de la Facultad de Ingeniería y arquitectura; y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, autorizamos (X), no autorizamos () la divulgación y comunicación pública de nuestro Proyecto de Investigación:


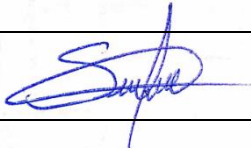
“Estudio Comparativo Estructural del Sistema de Albañilería Confinada y Aporticado en una Vivienda Multifamiliar, Avenida Universitaria – Los Olivos 2021”

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulada en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de **NO** autorización:

.....

Lima, 23 de Julio del 2021

Apellidos y Nombres del Autor: Ccapatinta Bustamante, Juan Carlos.		Firma 
DNI: 46121987	Firma	
ORCID: 0000-0002-4374-5091		
Apellidos y Nombres del Autor: Sandoval Bances, katterinne Jannet.		Firma 
DNI: 72671069	Firma	
ORCID: 0000-0003-0869-2980		

Operacionalización de la variable 1: Estudio comparativo Estructural

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
Variable 1: Estudio Comparativo Estructural	Según Rivas (2018) manifiesta que el estudio comparativo estructural muestra la diferencia de ambos sistemas estructurales considerando los aspectos económicos, comportamiento sísmico y la eficiencia de la estructura.	Realizando el estudio comparativo estructural de ambos sistemas se logra mostrar las ventajas que tiene un sistema estructural frente al otro y dar valor agregado al uso que vaya a destinar el propietario para la edificación y profesionales del rubro de la construcción, analizando así la viabilidad de cada proyecto.	Costo- beneficio	Costos		Ordinal
				Tiempo		
				Beneficio estructural		
			Características	Ventajas de albañilería confinada		
				Desventajas de albañilería confinada		
				Ventajas de albañilería aporticado		
				Desventajas de albañilería aporticado		
			Análisis Sísmico	Parámetros sísmicos		
				Pre-dimensionamiento		
				Análisis sísmico Estático		
				Análisis Sísmico Dinámico		

Operacionalización de la variable 2: Sistema de Albañilería confinada y Aporticado

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
Variable 2: Sistema de Albañilería confinada y Aporticado	Según Merodio y Vázquez (2018) El Sistema de Albañilería Confinada se caracteriza más por las construcciones de muros portantes. Según Chasi (2016) El Sistema aporticado es un conjunto estructural conformado por columnas y vigas, cuyos elementos tienen su dimensión longitudinal muy superior a la dimensión transversal; siendo así, su principal comportamiento a flexión.	Los elementos estructurales de la albañilería confinada trabajan de forma monolítica ya que los muros, columnas, vigas, losas y demás elementos forman parte de la estructura en el cual en su proceso constructivo los muros son los primeros en construirse. El sistema aporticado consta de un pórtico de columna y viga el cual permite una mayor rigidez lateral, de igual manera no contiene muros portantes lo cual le hace tener un diseño arquitectónico manejable.	Diseño Estructural	losas		Ordinal
				Vigas		
				Columnas		
				Muros Estructurales		
			Diseño arquitectónico	Seguridad		
				Funcionalidad		
				Habitabilidad		
			Cargas de diseño	Cargas vivas		
				Cargas muertas		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Estudio Comparativo del Sistema de Albañilería Confinada y Aporticado en una Vivienda Multifamiliar, Avenida Universitaria – los Olivos 2021

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es el costo beneficio de los sistemas de albañilería confinada y aporticado, en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021?</p> <p>Problemas Específicas:</p> <p>¿Cuáles son las diferencias del proceso de diseño estructural, del sistema albañilería confinada y aporticado en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021?</p> <p>¿Cuál es la viabilidad económica en el sistema de albañilería confinada y aporticado en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021?</p> <p>¿Cuál es la diferencia entre el Análisis sísmico, del sistema albañilería confinada y aporticado en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar y comparar el costo beneficio entre el sistema de albañilería confinada y aporticado, en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Determinar las diferencias del proceso de diseño estructural, del sistema albañilería confinada y aporticado en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021?</p> <p>Determinar la viabilidad económica en el sistema de albañilería confinada y aporticado en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021</p> <p>Determinar la diferencia que existe en el Análisis sísmico, del sistema albañilería confinada y aporticado en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El costo beneficio del sistema de albañilería confinada es mejor que del sistema aporticado, en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021</p> <p>Hipótesis Especifica</p> <p>Las diferencias del proceso de diseño estructural, del sistema albañilería confinada y aporticado son significativas, en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021</p> <p>El sistema de albañilería confinada es económicamente más viable que el sistema aporticado, en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021</p> <p>Existe una diferencia significativa entre el Análisis sísmico, del sistema albañilería confinada y aporticado en una Vivienda multifamiliar, avenida Universitaria – Los Olivos 2021</p>	<p>Variable 1: Estudio comparativo Estructural</p> <p>Variable 2: Sistema de albañilería confinada y aporticado</p>	<p>Costo-beneficio</p> <p>Características</p> <p>Análisis Sísmico</p> <p>Diseño estructural</p> <p>Diseño arquitectónico</p> <p>Cargas de diseño</p>	<p>- Costo - Tiempo - Beneficio estructural</p> <p>- Ventajas de albañilería confinada - Desventajas de albañilería confinada - Ventajas de albañilería aporticado</p> <p>- Parametros sísmicos - Pre dimensionamiento - Análisis sísmico estático - Análisis sísmico dinámico</p> <p>- Losa - Vigas - Columnas - Muros Estructurales</p> <p>- Seguridad - Funcionalidad - Habitabilidad</p> <p>-Cargas vivas -Cargas muertas</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño de la Investigación:</p> <p>No experimental Descriptivo</p> <p>Universo:</p> <p>Viviendas multifamiliares construidas con el sistema de albañilería confinada y aporticado de la Av. Universitaria – Los Olivos.</p> <p>Muestra:</p> <p>Lote de 147 m2 ubicado en la Av. Universitaria – Los Olivos.</p>	<p>observación indirecta para el registro de los datos en el estudio comparativo del sistema de albañilería confinada y aporticado</p>	<p>-Fichas de observación -Computadora y sus unidades de almacenaje -Cuadro de registros -Clasificación de las categorías</p>