



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor:

Rivas Quispe, Jheyson Steven (ORCID: 0000-0003-2285-3410)

Asesor:

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Lima - Perú

2020

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, a mis padres, a mi hermano, abuelas, tías y primos, por todo el apoyo que me brindaron durante estos años para lograr exitosamente todo lo proyectado en mi vida; Ustedes son el motivo por el cual cada día me esfuerzo, por eso sé que sin su apoyo no habría logrado culminar con éxito este gran paso en mi vida.

Agradecimiento

Este trabajo fue elaborado con dedicación y mucho empeño a lo largo del proceso de investigación y el desarrollo, en especial al Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio por sus aportes para la mejora de esta investigación y a mi madre la Sra. Doris Quispe por su gran ayuda y apoyo incondicional en terminar este proyecto que empezamos juntos; gracias mamá, gracias a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil por su amabilidad y apoyo en diferentes circunstancias, y en general a todas las personas que contribuyeron directa o indirectamente para la realización de este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	
ABSTRACT	
INDICE DE TABLA.....	5
INDICE DE FIGURA.....	6
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO.....	54
III. METODOLOGÍA.....	51
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	52
3.2. Variables y operacionalización.....	53
3.3. Población, muestra y muestreo.....	54
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	55
3.5. Procedimientos.....	56
3.6. Método de análisis de datos.....	56
3.7. Aspectos éticos.....	56
IV. RESULTADOS.....	57
V. DISCUSIÓN.....	84
VI. CONCLUSIONES.....	89
VII. RECOMENDACIONES.....	91
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Vulnerabilidad sísmica en V.E.S.....	37
TABLA 2. Peligro sísmico y zonas vulnerables	38
TABLA 3. Proceso Constructivo Inicial en las viviendas informales.....	40
TABLA 4. Proceso Constructivo de ampliación y mejoras en las viviendas informales.....	40
TABLA 5. Cargas mínimas repartidas	45
TABLA 6. Peso unitario	47
TABLA 7. Peso unitario para lozas aligeradas	48
TABLA 8. Pesos específicos para la albañilería	61
TABLA 9. Resistencias características de la albañilería	61
TABLA 10. Espesor del aligerado	64
TABLA 11. Cargas vivas.....	65
TABLA 12. Factores de zona	66
TABLA 13. Factor de Suelo y Periodos	67
TABLA 14. Categoría de las Edificaciones	68
TABLA 15. Sistema Estructural	69
TABLA 16. Desplazamiento de la edificación	73
TABLA 17. Límite para la distorsión del entrepiso	73
TABLA 18. Desplazamiento de la edificación	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

FIGURA 1. Cinturón de Fuego del Pacífico.....	25
FIGURA 2. Zona de Subducción, sismos	27
FIGURA 3. Tipos de ondas Sísmicas.....	28
FIGURA 4. Escala de Mercalli.....	29
FIGURA 5. Escala de Richter.....	30
FIGURA 6. Mapa sísmico del Perú	31
FIGURA 7. Análisis no lineal	32
FIGURA 8. Espectro Respuesta.....	50
FIGURA 9. Análisis no lineal	51
FIGURA 10. Inicio del modelamiento	59
FIGURA 11. Sistema de grillas.....	60
FIGURA 12. Cantidad de pisos y distancias.....	60
FIGURA 13. Definición de las propiedades de los materiales	61
FIGURA 14. Propiedad de los materiales	61
FIGURA 15. Propiedad de los materiales	62
FIGURA 16. Propiedad de los materiales de albañilería	62
FIGURA 17. Propiedad de los materiales de albañilería	63
FIGURA 18. Propiedad de los materiales de albañilería	64
FIGURA 19. Dimensión de vigas y columnas.....	64
FIGURA 20. Colocación de vigas y columnas.....	64
FIGURA 21. Propiedades de la losa aligerada.....	65
FIGURA 22. Losa aligerada	65
FIGURA 23. Asignación de cargas.....	67
FIGURA 24. Diafragmas de la vivienda.....	67
FIGURA 25. Estimación del peso de la vivienda	68
FIGURA 26. Espectro sísmico en X	71
FIGURA 27. Espectro sísmico en Y	72
FIGURA 28. Combinación de cargas para el diseño.....	73
FIGURA 29. Determinación de los desplazamientos laterales	74
FIGURA 30. Desplazamientos en el eje X	74

FIGURA 31. Desplazamientos en el eje Y	74
FIGURA 32. Verificación de los elementos estructurales	76
FIGURA 33. Sistema de grillas.....	77
FIGURA 34. Cantidad de pisos	77
FIGURA 35. Definición de las propiedades de los materiales	78
FIGURA 36. Definición de las propiedades de los materiales	78
FIGURA 37. Definición de las propiedades de los materiales de albañilería	79
FIGURA 38. Definición de las propiedades de los materiales de albañilería	79
FIGURA 39. Dimensionamiento de vigas, columnas y definición de losas	80
FIGURA 40. Designación de cargas	81
FIGURA 41. Diafragmas	81
FIGURA 42. Masa de la edificación	82
FIGURA 43. Parámetros de diseño sísmico.....	82
FIGURA 44. Desplazamiento en el eje X y Y	83
FIGURA 45. Combinación de cargas	85
FIGURA 46. Resultado de la verificación de los elementos estructurales.....	86

RESUMEN

El comportamiento sismorresistente de viviendas informales tiene una importancia muy relevante en el Perú. Debido a que Lima, presenta un silencio sísmico de 276 años y la falta de este gran sismo ha hecho que muchas viviendas en los distritos jóvenes y de poca economía, puedan realizar construcciones donde se requiera de la intervención de un especialista en dicho rubro. Desde un ingeniero civil, hasta un arquitecto. El desapego hacia estos dos grandes profesionales hace que Lima cuenten con el 60% de viviendas autoconstruidas esto hará que posteriormente se hable de daños considerables en las estructuras y hasta un posible colapso, frente a movimientos telúricos o terremotos de gran magnitud. Es de suma importancia evaluar estas viviendas con el programa Etabs. Ya que, al momento de realizar los modelamientos de cada estructura, este software nos brindará la información necesaria para poder reforzar las vigas y columnas, elementos estructurales primordiales para este desarrollo de investigación. Como también el poder hallar los desplazamientos de entre pisos y derivas de los dos lotes de estudio, lote 19 y lote 22 del distrito de Villa el Salvador. Llegando a concluir que estas cumplen con lo permitido en dicha norma. Debido que cumple con el estándar permitido con respecto al tipo de suelo que tiene presente. A su vez, se llega a concluir que el software Etabs se requiere para futuros modelamientos en zonas de peligro sísmico. Haciendo que estos lugares sean menos propensos y con ello, evitar pérdidas humanas considerables.

Palabra Clave: Comportamiento sismorresistente, Viviendas informales, Software Etabs.

ABSTRACT

The earthquake-resistant behavior of informal dwellings has a very relevant importance in Peru. Due to the fact that Lima has a seismic silence of 276 years and the lack of this great earthquake has meant that many houses in young districts and with little economy, can carry out constructions where the intervention of a specialist in this area is required. From a civil engineer to an architect. The detachment towards these two great professionals means that Lima have 60% of self-built houses, which will subsequently lead to considerable damage to structures and even a possible collapse, in the face of earthquakes or earthquakes of great magnitude. It is extremely important to evaluate these homes with the Etabs program. Since, at the time of modeling each structure, this software will provide us with the necessary information to be able to reinforce the beams and columns, essential structural elements for this research development. As well as being able to find the displacements between floors and drifts of the two study lots, lot 19 and lot 22 of the district of Villa el Salvador. Coming to the conclusion that they comply with what is allowed in said standard. Because it meets the allowed standard regarding the type of soil you have in mind. In turn, it is concluded that the Etabs software is required for future modeling in seismic danger zones. Making these places less prone and thereby avoiding considerable human losses.

Keywords: Earthquake behavior, Informal housing, Etabs Software.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, Perú se encuentra en una zona propensa a terremotos. Ello ha ocasionado un sin número de movimientos telúricos desde su etapa de creación, hasta la actualidad. Por formar parte del Cinturón del fuego del pacífico donde un conjunto placas tectónicas fronterizas al moverse de manera constante una sobre otra produce fricción, esta energía se acumula y al liberarse ocasionan sismos de gran y pequeña escala. A lo largo de los tiempos, los sismos han sido fenómenos naturales que han preocupado a la humanidad. Ya que han ocasionado pérdidas humanas y económicas.

Lima, capital de Perú durante muchos años ha sido afectada por terremotos de gran magnitud, desde el terremoto de 1974 con una fuerza de 8 grados a la escala de Richter ocasionando que las viviendas, monumentos históricos, edificios públicos y privados colapsen. Según INDECI, aquel terremoto no solo afecto la ciudad de Lima, el Callao, Mala, Cañete, Chincha y Pisco se vieron perjudicados debido al desastre natural. Hasta el último terremoto producido en nuestro territorio nacional, donde el epicentro fue en Pisco con una magnitud de 8 grados, ocasionando 400 mil afectados y 595 fallecidos. Este terremoto fue un llamado de emergencia total, aquel terremoto hizo notar el punto débil de las estructuras construidas en nuestro territorio peruano, Puesto que el movimiento telúrico se sintió en varias provincias de Lima, producto de ello, muchas viviendas presentaron fallas estructurales considerables. En Ica se vio reflejado el tipo de construcción que tenía cada vivienda, siendo así la informalidad el principal problema de ello. Según la escala de Mercalli, el sismo produjo un grado VIII. También llamado, grado destructivo donde existen daños considerables en las estructuras. Debido a estos fenómenos naturales, las construcciones deben respetar los parámetros normativos que se requiere. El reglamento nacional de edificaciones, es la principal norma técnica nacional que indica los requisitos para el diseño y ejecución de las habilitaciones urbanas. Lima, la capital con más habitantes en Perú, cuenta con el 70% de viviendas construidas de manera informal, es decir, no cuentan con los requerimientos normativos necesarios. Por lo que en su proceso constructivo no hubo participación de ingenieros ni arquitectos. Con ello, tampoco cuentan con los planos permitidos. Este tema es de suma importancia, se espera que Lima tendrá un sismo mayor de 8 grados de magnitud. Nuestra capital no está preparada para un terremoto de gran magnitud,

los distritos jóvenes cuentan con una mayor tasa de vulnerabilidad y riesgo sísmico. No solo es por el proceso constructivo ineficiente, también se deben enfocar en el tipo de suelo y la falta de coordinación por parte de las entidades del gobierno. No existe una reestructuración o un plan urbano por distrito, la informalidad sin lugar a duda es un tema de preocupación que la estamos dejando de lado.

Villa el Salvador, es una de las ciudades jóvenes de Lima, ocupando el quinto lugar entre las más pobladas, su población con personas de distintos lugares del Perú, no cuentan con una economía estable, perteneciendo a una población vulnerable por la precariedad de sus viviendas. Esto ha conllevado a que obtén por tener distintas medidas al momento de construir sus viviendas.

Siendo así, la mayoría de estas, viviendas netamente informales, sin ningún tipo de estudio, no presentan tampoco algún tipo de plano de cimentación, arquitectónicos, eléctricos o sanitarios.

En su mayoría, las viviendas son vulnerables ante cualquier movimiento sísmico, no solo por lo mencionado anteriormente. También es por la falta de interés de la municipalidad inspeccionar junto a defensa civil, aquellas viviendas que no cuentan con los parámetros requeridos.

El presente proyecto de investigación se realizó con la necesidad y preocupación de entender sobre la seguridad humana en las viviendas. Nuestros hogares son los principales motores para salvaguardar la vida humana, al resistir fuertes sismos nos protege y evita ocasionar pérdidas humanas. Aunque ello lleve a que la estructura se debilite. Por eso, se requiere la evaluación del comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Sap2000, Villa el Salvador 2020.

Nuestro estudio y proyecto de investigación, será de suma importancia para saber la realidad de nuestro entorno y con ello entender la necesidad de cumplir el reglamento nacional de edificaciones para así evitar pérdidas significativas en el futuro. La autoconstrucción día a día va en aumento y con ello, llega la falta de conocimiento e importancia que se requiere para salvaguardar las vidas humanas ante una catástrofe que se puede prevenir, siempre y cuando tengamos un plan de estructuración y conocimiento.

Formulación del Problema. ¿Cómo será el comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020?

El proyecto de investigación se justifica. Esta investigación será fundamental para aquellos residentes del distrito de Villa el Salvador, a tal modo que les permitirán estar más informado y con ello, tendrían más conocimiento, la falta de los parámetros requeridos al momento de llegar a construir una vivienda. Siguiendo lo señalado, los datos obtenidos será la fuente principal para tomar en los errores que presentan cada vivienda informal, con ello se realizarán acciones concretas y así empezaremos a minimizar las fallas frecuentes ocasionadas ante un eventual sismo.

Justificación Teórica. ¿La información obtenida puede servir para recomendar el comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020?

Justificación Práctica. ¿Ayudará a resolver algún problema práctico el comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020?

Justificación Metodológica. ¿Puede ayudar el comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020 a crear una nueva herramienta para analizar datos?

Objetivo General. Evaluar las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020.

Objetivos Específicos. Realizar las derivas, la distorsión entre piso y espectros de diseño para las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020. Realizar los análisis de las vigas y columnas para las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020.

Formulación de la Hipótesis. El comportamiento sismorresistente de viviendas informales no cumple con los parámetros normativos, Villa el Salvador 2020.

Formulación de la Hipótesis específica. Se determina los parámetros para las derivas, la distorsión entre piso y espectros de diseño de las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020. Se determina los parámetros para las vigas y columnas de las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Este proyecto de investigación está respaldado por los **antecedentes nacionales**, el cual Rodríguez (2017), en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil titulado **“Análisis sísmico usando ETABS para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura educativa de la I.E. Rosa Flores de Oliva – Chiclayo – Provincia de Chiclayo - Lambayeque”**, el cual tiene como objetivo principal efectuar el análisis sísmico aplicando el software ETABS 2015 V.15 para analizar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la estructura Educativa de la I.E. Rosa Flores de Oliva – Chiclayo – Lambayeque, teniendo como marco teórico y referencial la norma E030 vigente. El desarrollo de investigación tiene como estudio de tipo evaluativa y comparativa ya que este tipo de investigación está dirigida a reunir sistemáticamente información, pruebas y testimonios para evaluar y traducir dicha información. El fin de este tipo de estudio es determinar la toma de decisiones si la estructura reúne o no las condiciones de seguridad sismorresistente. La población de estudio es el conjunto de todos los elementos de la misma especie ya que presenta una característica determinada y la muestra es el conjunto de esa población. Por ende, la población y muestra coinciden. Debido a que el Módulo cuatro de la Institución Educativa “Rosa Flores de Oliva” de Chiclayo es el único de este tipo en dicha institución. Con respecto al presente estudio, el instrumento fue la recolección de datos. Los principales resultados mostraron que las derivas están conforme al límite permitido en la Norma E030. Por lo que se llegó a concluir que la Institución Educativa “Rosa Flores de Oliva” de la provincia de Chiclayo – Lambayeque, no necesita realizar propuestas de mejoramientos y/o reforzamientos de la estructura.

Amoros (2015), en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil titulado **“Análisis sísmico usando SAP2000 para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura de la I.E 82109, SAN ANTONIO PLAN TUAL – CENTRO POBLADO – HUAMBOCANCHA ALTA, PROV. DE CAJAMARCA, REGIÓN CAJAMARCA, 2015”**, de la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo de investigación, efectuar el análisis sísmico lineal y diseño basado en desempeño sísmico usando SAP2000 v.15 para analizar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la estructura de la I.E. 82109, San Antonio Plan Tual – Centro Poblado Huambocancha Alta, Prov. De Cajamarca,

Región Cajamarca. Fue un estudio de tipo no experimental descriptiva. Ya que este tipo de metodología se enfoca en la evaluación sísmica de la edificación partiendo desde un marco teórico y normativo con aplicación de las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones. Por otro lado, los estudios descriptivos se centran en recolectar datos que describan la condición funcional y estructural de la edificación analizada. La población de estudio es la institución educativa del Departamento de Cajamarca, presentando un muestreo de la I.E provincia de Cajamarca San Antonio Plan Tual – Huambocancha Alta. El instrumento empleado fue el programa SAP200 V.15, la Norma E030, ATTC – 40 y FEMA 273 Pushover. Los principales resultados de la investigación fueron que las vigas y columnas del Instituto educativo, necesitan reforzarse puesto que no llegarían a soportar un sismo de gran magnitud. Por lo que se concluyó que el análisis con el programa Sap2000 permitió analizar la efectividad del comportamiento sismorresistente como también permitió verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el reglamento Nacional de Edificaciones, comprobando que las derivas no cumplen con el mínimo aceptable.

Paredes (2016), en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil titulado ***“Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover”***, de la universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Paredes tiene como objetivo de investigación, comparar el nivel de desempeño de una vivienda en la ciudad de Lima ante distintas sollicitaciones sísmicas (Sismo moderado y sismo severo) con los objetivos indicados en la norma sismorresistente (La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados y no debería colapsar ante sismos severos). Para ello, se ha realizado el diseño sísmico siguiendo los parámetros de la Norma E030 y posteriormente el diseño estructural aplicando lo dicho por la Norma E060, para finalmente realizar el diseño por desempeño aplicando el análisis Pushover. Por ende, el instrumento empleado para la realización de la vulnerabilidad sísmica es el programa Sap2000, teniendo, así como resultado la evaluación del desempeño sísmico de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima, dicho edificio resiste según lo normado por el reglamento nacional de edificaciones. Sin embargo, no llegaría al colapso por lo

que protege la seguridad de la vida humana, pero presentaría fallas y ello conllevaría a gastos económicos considerables.

Correa (2019), en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil titulado “**Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N°02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre - Chiclayo**”, de la Universidad César Vallejo, el cual tuvo como objetivo general realizar el Análisis estático no lineal (Pushover) para verificar el diseño sismorresistente del Bloque N°02 de aulas del Colegio militar Elías Aguirre – Chiclayo. Por el cual tiene como estudio de tipo aplicada. Debido a que, busca resolver problemas prácticos. La población de estudio está conformada por todos los colegios del sector privado que conforman la ciudad de Chiclayo, los cuales tienen características similares en su mayoría. Como parte de la investigación se aplicó el muestreo no probabilístico por conveniencia, por lo cual se eligió el Colegio militar Elías Aguirre donde se analizará solo el bloque N°02 de aulas, ya que posee un área de 428.68m² y está conformada por 3 niveles. Los instrumentos empleados en este desarrollo de investigación fueron el programa Etabs V16, la libreta de apuntas y grabaciones. De tal manera, los principales resultados fueron que la estructura ha sido diseñada en un suelo óptimo y que los elementos de la estructura cumplen con el mínimo permitido según el reglamento nacional de edificaciones por el cual, se llega a concluir que el colegio Militar Elías Aguirre es capaz de soportar un sismo severo y permanecer inmediatamente operacional, dado que tiene un buen desempeño sísmico.

Ramos (2018), en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil titulado “**Riesgo sísmico en edificaciones autoconstruidas sobre suelos arenosos en el sector III del Distrito de Villa el Salvador, 2018**”. De la universidad Privada César Vallejo, tuvo como objetivo general, determinar el nivel de riesgo sísmico existente en edificios autoconstruidos sobre los suelos arenosos presentes en el sector III del distrito de Villa el Salvador, 2018. Usando el método científico tipo aplicado con un nivel de descripción explicativa y diseño no experimental de corte transversal, con el fin de analizar las características más importantes en el riesgo sísmico de edificaciones autoconstruidas. Con una muestra de investigación de 23 viviendas, ubicadas en el sector III del distrito de Villa el Salvador. Sin embargo,

se tuvo un muestreo de 20 viviendas para realizar el desarrollo de la investigación, los instrumentos empleados fueron la técnica de recolección de datos, instrumento de recolección de datos y la validación de las dimensiones tomando en cuenta los resultados de la investigación. Los principales resultados obtenidos que el 10% de las 20 viviendas presentaron problemas en las columnas cortas, el 90% no presentan juntas sísmicas y el 75% de los muros de las 20 viviendas muestran fallas de corte. Por lo tanto, se llega a concluir que el 70% de las viviendas autoconstruidas son de alta vulnerabilidad sísmica, mientras que el 20% posee una vulnerabilidad media y el 10% presenta una vulnerabilidad baja. Debido a la ineficiencia en los muros, por presentar densidades inadecuadas y con ello el tipo de material de calidad que usan al momento de realizar la ejecución y construcción de los edificios.

Valverde (2017), en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil titulado “**Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Pueblo Nuevo – Lambayeque en el 2017**”, de la Universidad César Vallejo, el cual tuvo como objetivo principal determinar el nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el distrito de Pueblo Nuevo – Lambayeque en el 2017. Por el cual fue un estudio de tipo aplicada. Debido a que se hará uso de los conocimientos teóricos de la variable riesgo sísmico y viviendas autoconstruidas para dar una posible solución a la realidad problemática. La población de estudio está conformada por 703 viviendas de albañilería confinada autoconstruida ubicadas en el distrito de Pueblo Nuevo Departamento de Lambayeque, con muestra que está conformada por 25 viviendas de albañilería confinada, ubicadas en el distrito de Pueblo Nuevo Departamento de Lambayeque. Mientras que el muestreo es probabilístico para este desarrollo del proyecto de investigación. El instrumento empleado fue la técnica de recolección de datos que se usa para obtener, registrar o almacenar información. Los principales resultados en el desarrollo de investigación fueron que los muros de las viviendas, las columnas y vigas presentan riesgo de fisura, rajadura o colapso frente a un sísmico. Por lo que se llegó a concluir que las viviendas informales analizadas deben reforzar sus estructuras con el fin de salvar la vida de sus habitantes.

Nuestro proyecto de investigación está respaldado por los **antecedentes internacionales**. Lo cual Medina, (2016), en su tesis para optar por el título de Ingeniería Civil titulado “**Análisis sismorresistente de un edificio de cinco niveles ubicado en la comuna de Tomé**”. De la universidad Católica de la Santísima concepción de Chile, tuvo como objetivo de investigación, realizar el análisis del comportamiento sísmico de un edificio de hormigón armado para así poder garantizar la seguridad de sus habitantes. Fue un estudio de tipo de Análisis Estático, mediante el uso del programa Etabs, al igual que el método de análisis modal espectral para así poder hallar el modo de vibración y con ello encontrar una respuesta del análisis que se hizo para la edificación. Se uso como muestra la edificación que se encuentra en la comuna de Tomé en Chile, el instrumento empleado fue el uso computarizado del programa Etabs. Los principales resultados fueron. Al momento de realizar el análisis sismorresistente con el programa Etabs, se ingresaron todos los datos pertinentes. Sin embargo, al momento de variar en tan solo una información. El resultado en el software varía considerablemente. Es por ello que se requiere de suma atención y precisión al momento de corroborar con la información. Siendo parte de ello, se mejoró la resistencia de las columnas, vigas y muros. Para poder tener una configuración más favorable por lo que se llegó a concluir que al eliminar algunos elementos innecesarios en la edificación hacen que esta tenga una mayor resistencia y por ende un mayor soporte.

Agueda, (2018), en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil titulado “**Sistema constructivo sismorresistente para la ciudad de Puebla**”. De la universidad Politécnica de Madrid, tuvo como objetivo general mejorar la calidad de los procesos constructivos en las viviendas. Ya que estas viviendas provienen de personas de baja economía. Tomando en cuenta el tipo de estudio cuya metodología fue analítica, no experimental, cuantitativa. La población de dicho estudio son las viviendas localizadas en el distrito de Puebla, México. Tomando como muestras las viviendas del distrito de Puebla, dando paso al uso de los instrumentos como lo son las fichas técnicas y la recopilación de datos constructivos. Para así, ir resolviendo las necesidades de dar sustento a su respuesta del sistema constructivo sismorresistente. Los principales resultados de su estudio de investigación fueron que las viviendas analizadas en la ciudad de

Puebla, México no cuentan con ningún tipo de sistema constructivo debido a la falta de conocimiento y economía para dicho proceso. Ello hace posible que los factores que afectan a estas estructuras, como son los terremotos hagan que estas lleguen a colapsar y no sean nada seguras para las viviendas. Las condiciones de entorno son también uno de los componentes de riesgo que existen en la actualidad. Dado estos estudios se llegó a concluir que al haber hecho un análisis de hasta siete soluciones sismorresistente. Se llegó a elegir el uso de materiales adecuados para este tipo de construcciones. Materiales que cumplan con los requerimientos permitidos para esta población, si bien es cierto, el costo es más elevado ante estos procesos, pero se requiere de la intervención de los habitantes de Puebla para poder sobreponerse ante efectos sísmicos de un sismo.

Ruiz, (2015), en su tesis para optar el titulado de Ingeniería Civil titulado ***“Evaluación de la resistencia sísmica de un sistema estructural para viviendas autoconstruidas”***. De la Pontificia Universidad Javeriana, tuvo como objetivo determinar la resistencia sísmica frente al bajo conocimiento de los procesos constructivos y previa autoconstrucción. Debido a que esta deficiencia hace imposible que cumpla con los parámetros y normas permitidas. Cuya metodología de Investigación fue analítica experimental, cuantitativa. Cuyo objeto de estudio fue el análisis detallado de las propiedades de las viviendas de Colombia, debido a que estas presentan diferentes materiales de construcción con previa autoconstrucción donde encontraremos madera, metal y materiales compuestos. Usando los instrumentos de investigación es de recolección de datos con el fin de poder saber los distintos casos que se presentan, con una muestra de 120 viviendas, nuestro muestreo fue de 68 viviendas donde se llegó a obtener el siguiente resultado, que estas viviendas están construidas con distintos tipos de materiales, de acuerdo a esta investigación, se llega a concluir que no llegan a satisfacer los requerimientos necesarios permitidos por el código sismorresistente de Colombia. De tal manera, al no cumplir con los parámetros del código sismorresistente de Colombia, las viviendas estudiadas, podrían colapsar o presentar fisuras y grietas ante un sismo de severa magnitud.

Larrea Carvajal, D Y Montero Narvaez, D. (2017) en su tesis para optar el grado de Ingenieros Civiles titulada **“Análisis Técnico y evaluación de calidad de procesos constructivos de viviendas de interés social caso de aplicación: Proyecto Victoria del Sur”**, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Larrea y Montero presentan como objetivo de investigación analizar y evaluar la calidad de los procesos constructivos en la Victoria Sur, Ecuador. Usando un estudio de tipo analítico, experimental cuantitativo, tomando como muestra las viviendas que se encuentran localizadas en el Proyecto la Victoria del Sur y con ello teniendo en cuenta un muestreo de dos bloques en las cuales existen 16 viviendas, el instrumento empleado para la ayuda del análisis técnico y evaluación de calidad de procesos. Debido a que la falta de instrumentos de buena calidad haría que las viviendas cuenten con una estructura carente de resistencia, los distintos tipos de materiales de construcción usados, deben ser aquellos que cuentan con los requerimientos que pide el gobierno de Ecuador, para así evitar un tipo de vivienda informal que a futuro podría ser mortal ante un sismo. Los principales resultados de investigación fueron, el uso de la calidad en los procesos de construcción ha sido escasas en la mayoría de viviendas que se evaluaron. Debido al menor costo que estos materiales presentan. Sin embargo, se llegó a concluir que al tener en cuenta estas falencias, se pueden mejorar reforzando las estructuras que presentan menor resistencia. Ello interviene el tipo de suelo existente en los bloques de viviendas, al tener un buen tipo de suelo, mediante una previa evaluación y estudio en laboratorio se llega a concluir que el 30% y 45% de las viviendas en planta baja, cuenta con construcciones permisibles para la construcción de áreas verdes, construcción de parqueadores y áreas comunes a nivel de terreno natural.

Cara (2016), en su tesis para obtener el grado de Master en Ingenieria Civil titulada **“Seismic risk assement at Emergency Limit Condition of urban neighbourhoods: aplicacion to the Eixample Distric of Barcelona”** de la Escola de Camins UPC Barcelonatech, cuyo estudio tiene el objetivo principal de implementar un modelo para evaluar el riesgo sísmico en la escala urbana, cuya metodología fue Cuantitativa, descriptiva , Experimental; para tener una visión

general de los resultados del análisis a escala urbana, esta investigación considera el uso de software SIG (Sistemas de Información Geográfica). Se concluye que esta herramienta permite un efectivo almacenamiento, análisis y manipulación de la información de entrada y proporciona la posibilidad de creación de mapas de riesgo y rendimiento de la respuesta urbana en diferentes escenarios. Estos mapas de escenarios georreferenciados son útiles para detectar y remarcar los puntos débiles en una configuración urbana compleja con el fin de planificar estrategias adecuadas para la mejora de la resiliencia de las ciudades. Entonces la metodología propuesta podría ser considerada en trabajos futuros abordando nuevos desafíos en el campo de la evaluación del riesgo sísmico y la resiliencia en centros urbanos.

Shakya (2016), en su tesis para obtener el grado de Doctor de filosofía en Ingeniería Civil, titulado **“Seismic Vulnerability Assessment of Slender Masonry Structures”**, de la Universidade de Aveiro de Engenharia Civil, cuyo objetivo fue evaluar el riesgo sísmico de estructuras esbeltas de mampostería, la metodología que se aplicó en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de templos de pagodas en Nepal que tienen procedimientos de construcción simples y detalles de construcción deficientes con respecto a los requisitos de resistencia sísmica, en el cual el trabajo se estructuró en 3 partes principales, la primera de debilidades estructurales específicas, así como de un importante sitio del patrimonio Unesco que son los templos de la pagoda en Nepal que afectan su desempeño sísmico y sus propiedades dinámicas, la segunda parte presenta el modo simplificado propuesto para evaluar la vulnerabilidad sísmica de esbeltas estructuras de mampostería, finalmente la metodológica propuesta en este trabajo se aplica en el estudio de los templos. Se concluye al final que la evaluación de la eficiencia de las soluciones mejora del rendimiento sísmico compatibles con el Valor cultural.

Prodip, Sarkar (2015), en su tesis para obtener el grado de master de Ingeniería estructural, titulado **“Seismic vulnerability assessment of Existing concrete building”**, del Indian Institute of Engineering Science and Technology, Shibpur, El presente estudio se ocupa de la evaluación de confiabilidad del edificio de concreto existente bajo la amenaza de probable carga sísmica en el marco de la

simulación de Monte Carlo (MCS). La amenaza se representa a través de la curva de fragilidad que muestra la probabilidad de falla en diferente nivel de intensidad sísmica. La derivación de la fragilidad del edificio basada en la simulación se basa en la ingeniería sísmica basada en el rendimiento no lineal utilizando teoría de campo aleatorio y estadística simulación. La respuesta de construcción máxima del análisis de historia de tiempo no lineal se ha utilizado como sísmica variable de rendimiento en este estudio. Se encuentra que el uso de MCS para la experimentación probabilística ser más fácil y más realista en comparación con el enfoque analítico basado, ya que no requiere ninguna suposición sobre la forma de la superficie de falla. Sin embargo, el enfoque necesita una gran cantidad de réplicas de análisis dinámico no lineal para obtener una confianza aceptable en las probabilidades de fallas de estructuras. Es computacionalmente muy difícil realizar grandes cantidades de datos no lineales. Análisis de la historia del tiempo para la derivación de la curva de fragilidad. La aplicación del método de superficie de respuesta (RSM), una aproximación de lo explícito se encuentra que la función de rendimiento obtenida a través de análisis estructurales complejos es potencial como una alternativa del análisis repetitivo de historial de tiempo no lineal. El uso de RSM en relación con el MCS puede simplificar el proceso. Las ecuaciones de superficie de respuesta para predecir la deriva máxima son generados y utilizados en el MCS. Dos tipos de técnica de muestreo, a saber, Diseño Saturado (SD) y Central Composite Design (CCD) se han utilizado para la generación de RSM. Los coeficientes de los RSM han sido evaluados por medio del Método de Regresiones de Mínimo Cuadrado (LSM). En conclusión, se observó que el modelo CCD basado en LSM es una aproximación efectiva, pero necesita más información de respuesta estructural que conduce a un análisis historial de tiempo más comparado con SD basado en LSM. Por lo tanto, para hacer un RSM eficiente que requiera un menor número de ejecuciones FE es muy muy deseable para grandes estructuras complejas. Se concluye que usar un método de regresión eficiente, a saber, Mover Least Square (MLSM) ha sido adoptado en este estudio y resultó ser más efectivo con menos puntos de muestreo.

El artículo titulado “***Simplified indexes for the seismic vulnerability of ancient masonry buildings***”, presentado por Laurencio y Roque, publicado en Construction and Building Materials en 2016, lo cual este documento presenta una

contribución para la evaluación de edificios históricos de mampostería bajo carga sísmica. Se analizan tres índices de seguridad simplificados diferentes (relación de área en el plan, relación de área en plan, relación de área a peso y relación de cizallamiento base), teniendo en cuenta una gran muestra de 58 iglesias portuguesas. La muestra de edificios se ha organizado según la zonificación sísmica, de alta a baja sismicidad. En conclusión, se indica que se puede obtener información valiosa a partir de métodos simplificados, con respecto a realizar una primera evaluación y priorizar investigaciones adicionales y más profundas. Se hace una nueva propuesta con respecto al uso combinado de dos de los índices.

Teorías que sustentan la investigación. Cinturón del fuego del pacífico.

También es conocido como el Anillo de Fuego del Pacífico y se encuentra en la costa del Pacífico, y se caracteriza por ser una de las zonas de terremotos y erupciones volcánicas más altas del mundo. La distancia del anillo de fuego es de 40,000 kilómetros, lo que equivale a 25,000 millas.

“Algunos terremotos recientes fueron causados por este borde del Pacífico. Dado esto, nos indican que la actividad sísmica es normal, porque la ocurrencia de un terremoto está directamente relacionada con la evolución tectónica de la tierra” **(Valenzuela, 2018, p7).**

“El anillo de fuego del pacífico, caracterizado por la concentración de algunas de las zonas de subducción más importantes del mundo, provoca fuertes terremotos y actividad volcánica” **(Vásquez, 2013, p15).**

Actividad del cinturón de fuego del pacífico. Presenta 452 volcanes y esto conlleva a más del 75% de los volcanes que se encuentran activos e inactivos en el mundo. Estos volcanes, en su mayoría, son parte de los países americanos, como: Perú, Chile, Bolivia, Argentina, Colombia, Ecuador, Costa Rica, El Salvador, Panamá, México, etc. Para luego, pasar por las islas Aleutianas, hasta las costas e islas de Rusia, Japón, Taiwán, Filipinas, Papúa Nueva Guinea, Indonesia y Nueva Zelanda.

Gracias a la zona volcánica, donde la actividad geológica es mayor y las placas causan terremotos debido a la acumulación y liberación de energía. El cinturón de fuego del pacífico, produce el 90% de los terremotos. Estos se llegan a formar

mediante el movimiento de placas tectónicas. Estas al no ser fijas, debido a su constante movimiento que durante cada año se llega a desplazar unos cuantos centímetros. El movimiento de las placas ha ido desencadenando la formación del anillo de fuego del pacífico. Las placas, no se encuentran unidas entre sí. Debido a esto, suele tener un espesor de unos 80km y se mueven por las corrientes de convección del manto. Es por ello que, al llegar a moverse tienden a separarse o dependiendo de las densidades, pueden llegar a hundirse una sobre otra.



Figura 1. Cinturón de Fuego del Pacífico

Sismos. Los terremotos son fenómenos naturales causados por la ruptura repentina de la cubierta rígida del planeta (también llamada corteza). Por lo tanto, la vibración generada se propagará en todas las direcciones, y sentiremos la duración e intensidad de la vibración o sacudida determinadas.

Perú se encuentra ubicado en uno de los lugares más sísmicos y con más volcanes activos del mundo. Se llama Cinturón de fuego de pacífico debido al movimiento de sus placas tectónicas. Por lo que estas producen un alto grado de acción sísmica.

Los movimientos telúricos se generan gracias al movimiento entre placas, por subducción y desplazamiento lateral.

“Los terremotos, sismos, seísmos o temblores son movimientos vibratorios del suelo, que cambian el estado relativo del resto del cuerpo que descansa

directamente sobre él. Cuando ocurre un terremoto, generalmente causa miedo y pánico, porque este sentimiento nos dice que seamos firmes y, a veces, destruyamos edificios. Cuando ocurre un fuerte terremoto, que causa una gran pérdida económica y de vidas, la gente se pregunta si los ingenieros y arquitectos realmente saben lo que están haciendo al planificar y construir obras. Las personas a menudo encuentran terminología relacionada con los terremotos, y a menudo recurren a consejos generalmente infundados, lo que lleva a las personas a creer que no hay suficientes canales de información entre el público y los expertos “(Martínez y Horacio, 2017, p83).

Según los autores, mencionan que los sismos son fenómenos que naturales que liberan energía interna de la tierra, por medio de la ruptura de la corteza terrestres y que se manifiesta con movimientos ondulatorios. Cuando los sismos llegan a tener magnitudes e intensidades grandes, se les denomina terremotos. Sin embargo, cuando son movimientos leves, se les llama temblores.

“Los terremotos, también conocidos como sismos, seísmos o teblores, son vibraciones del suelo causadas por la energía liberada durante la colisión de placas tectónicas y la repentina reorganización de materiales en la corteza después de superar el estado. Balance mecánico. Cuando se libera la energía potencial elástica acumulada en la deformación gradual de la roca cerca del plano de falla activo, ocurren los eventos más importantes y frecuentes; pero por otras razones, como durante el volcanismo, debido al hundimiento de las cuevas kársticas, también sucedió Los eventos más importantes y frecuentes. O a través de la ladera “(INDECI, 2018, P21).



Figura 2. Zona de Subducción, sismos

Ondas sísmicas. Al momento de ocurrir un sismo, este presenta 3 tipos de ondas que ocasionan una sacudida en el terreno y daños. Sin embargo, debido a esto solo dos se llegan a propagar en dirección al interior de la tierra. La cual se les denomina ondas internas, la onda más rápida se denomina Ondas P y tiene una velocidad de 1.100 y 8.000 m/s. Se caracteriza por comprimir y expandir la roca en la misma dirección de su trayectoria. La segunda onda llamada, Ondas S o secundarias, viaja a una velocidad de 500 y 4.400 m/s, una velocidad menor a la de su homónimo. Mientras esta onda se va propagando, empieza a deformar los materiales de manera lateral. Debido a esto, no se transmite en fluidos.

El tercer tipo de onda sísmica, se le conoce como ondas superficiales, su característica principal es propagarse por la parte más superficial de la corteza terrestre; mientras aumente la profundidad, disminuye su amplitud. Las ondas superficiales que han sido producto de terremotos, se clasifican en dos grupos.

Ondas love, llamadas así en honor a su descubridor, estas ondas deforman las rocas de igual manera o similar que las ondas S pero lo hacen en dirección horizontal. Ondas Rayleigh, producen movimientos de formas verticales, similar a las olas del mar.

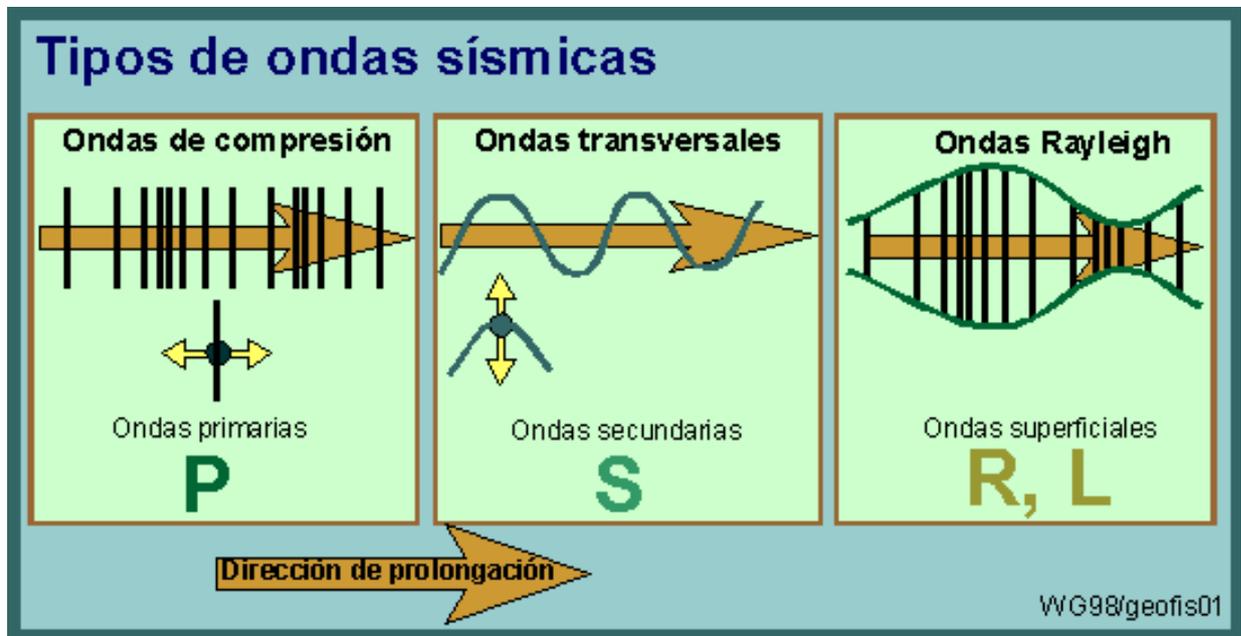


Figura 3. Tipos de ondas Sísmicas

Tipos de sismos. Debido al origen de los terremotos, los terremotos generalmente se dividen en terremotos naturales y terremotos provocados por el hombre. Teniendo en cuenta que los terremotos naturales son más fuertes, su impacto en el suelo es mayor. Al mismo tiempo, terremoto, terremoto y temblor son sinónimos. Los terremotos naturales son: terremotos tectónicos. Esto se debe a la participación de placas tectónicas. Un terremoto causado por la fricción de la placa se llama interplaca, y un terremoto generado dentro de la placa se llama intraplaca. Terremoto de volcanes. Son producto de erupciones volcánicas, principalmente causadas por la ruptura de rocas causadas por el movimiento del magma. El terremoto se derrumbó. Causado por el colapso de cuevas y minas. Sismos artificiales. Producidos por el ser humano, mediante explosiones comunes y nucleares, los sismos artificiales se originan debido a que el hombre tiene como fin explorar, investigar y explotar bancos de material para la industria.

Escala de Intensidad o Mercalli. Se basa en evaluar de manera cualitativa los distintos tipos de daños causados por un sismo. Por lo general, un terremoto de gran magnitud produce valores de mayor intensidad que uno pequeño. Sin embargo, existen otros factores que afectan a esta escala, los cuales son: La cantidad de energía liberada, distancia del epicentro, profundidad del sismo, densidad de la población, tipo de construcción de los edificios y viviendas, la geología local del área, así como la duración del sismo y el sacudimiento. De esta manera, Mercalli propone una tabla que con el tiempo ha sido modificada en 2931 por el científico H.O. Wood y F. Neuman, por lo que se posteriormente, al día de hoy se llama Escala Modificada de Mercalli. Esta tabla consta de 12 grados de intensidad, designados en números romanos donde se muestran las características principales ocasionadas por los sismos. Sin embargo, no es la única escala a nivel mundial, pero es la que más frecuente que se usa para casos de daños superficiales y estructurales en las zonas afectadas por el sismo o terremoto ocurrido. En el año 1960, el siglo pasado, ocurrió un sismo de 9.6 grados a la escala de Richter y de grado X a la escala de Mercalli, donde menciona que es un grado desastroso.

Escala Sísmica Modificada de Mercalli	
I. Imperceptible	Microsismo, detectado por instrumentos
II. Muy Leve	Sentido por algunas personas (generalmente en reposo)
III. Leve	Sentido por algunas personas dentro de edificios
IV. Moderado	Sentido por algunas personas fuera de edificios
V. Poco Fuerte	Sentido por casi todos
VI. Fuerte	Sentido por todos
VII. Muy Fuerte	Las construcciones sufren daño moderado
VIII. Destructivo	Daños considerables en estructuras
IX. Muy Destructivo	Daños graves y pánico general.
X. Desastroso	Destrucción en edificios bien construidos
XI. Muy Desastroso	Casi nada queda en pie
XII. Catastrófico	Destrucción total

Figura4. Escala de Mercalli

Escala de Richter. Creada en 1935m la escala fue ideada para llegar a medir los sismos que padecían en el sur de California, pero después de un año de haberse creado se llegó a expandir por partes de todo el mundo. La escala de Richter mide de manera cuantitativa la energía que llega a liberarse en el hipocentro de un movimiento sísmico, es decir, en la zona interior de la tierra donde empieza la ruptura de las rocas. Esta escala es de carácter logarítmico y se calcula mediante expresiones matemáticas sobre la base de los registros. Es decir, que su diseño nos permite saber que, entre un grado y otro, hay una magnitud 10 veces mayor. A diferencia de lo general, las personas creen que esta escala tiene límites, sin embargo, gracias a la mecánica de las rocas parece que los temblores menores de 1 grado pueden llegar a evitarse o aquellos mayores a 9.5.

Escala de Magnitud de Momento. Surge en 1979 por Hansk y Kanamori, esta escala logarítmica llega a reemplazar las anteriores debido a que describe comúnmente el tamaño de un microsismo. Por lo que, la magnitud de momento mide la cantidad de energía liberada. Es decir, que mide la cantidad de momento por roca, en pocas palabras, mide las distancias del movimiento a lo largo de una falla o fractura y el área de esta. Esta escala es la más precisa para medir los eventos sísmicos. Ello, equivale a una cantidad de 10 veces la amplitud registrada por un sismógrafo y aproximadamente 30 veces la energía.

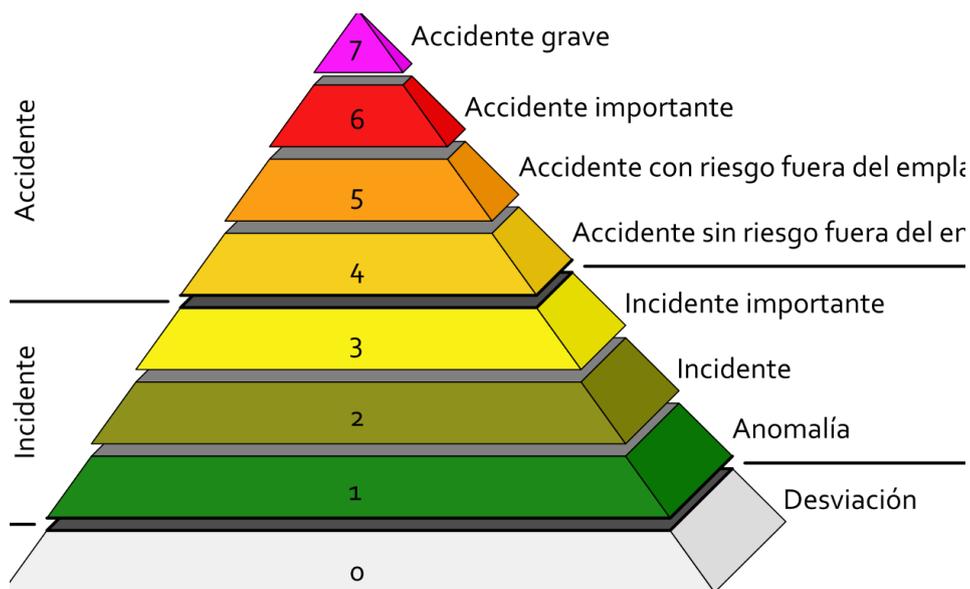


Figura 5. Escala de Richter

Sismicidad en el Perú. Nuestro país se encuentra ubicado justo al borde del encuentro de dos placas tectónicas. La placa sudamericana y la placa de Nazca, la cual chocan y se sobre ponen una sobre otra, ocasionando el efecto de subducción lo cual es el principal motor que ocasiona los sismos. Durante muchos años, el Perú ha sido partícipe de muchos sismos debido a que pertenece a una zona donde la existe mayor actividad sísmica. Ya que es parte de la franja de fricción del movimiento entre de dos placas tectónicas, las placas de Nazca, que ocupa en su gran parte el subsuelo del Océano Pacífico, donde se encuentra desde el borde de panamá hasta el sur del país vecino Chile; y la placa Sudamericana, donde inicia o comprende desde la fosa marina de Perú y Chila hasta el oeste de la Cordillera del Atlántico Sur, en el este. La placa de Nazca anualmente se desplaza desde la dirección N80°E con una velocidad promedio de 11cm. Debido a esto, la placa de Nazca sufre un proceso de subducción por debajo de la placa Sudamericana. Producto de estos acontecimientos, los sismos siguen siendo uno de los desastres naturales con más víctimas mortales a nivel del cinturón del fuego del pacífico y es una preocupante para los ingenieros civiles, por los problemas estructurales que ocasionan al momento de producirse el movimiento telúrico. Ello conlleva a la falla estructural, ocasionando daños y pérdidas humanas.

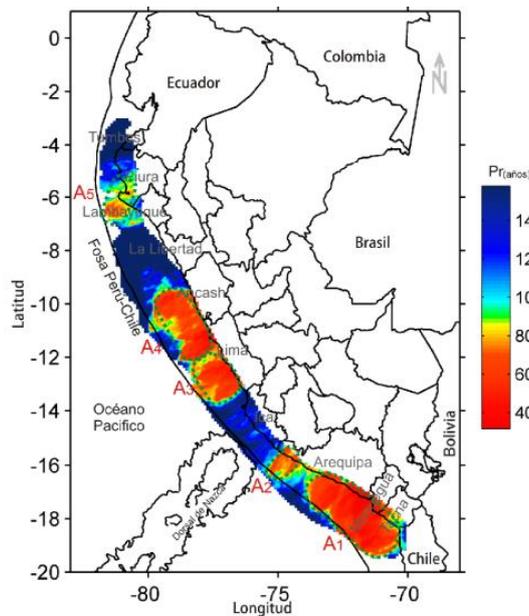


Figura 6. Sismicidad del Perú

Mapa sísmico del Perú. El mapa sísmico del Perú, nos muestra la distribución en el espacio de los eventos sísmicos con magnitudes mayores a 3.5 grados a la escala de magnitud de momento, sucedidos en durante los años de 1960 al 2017. Estos sismos fueron clasificados en función a su profundidad, cantidad de energía y los distintos tipos de ondas.

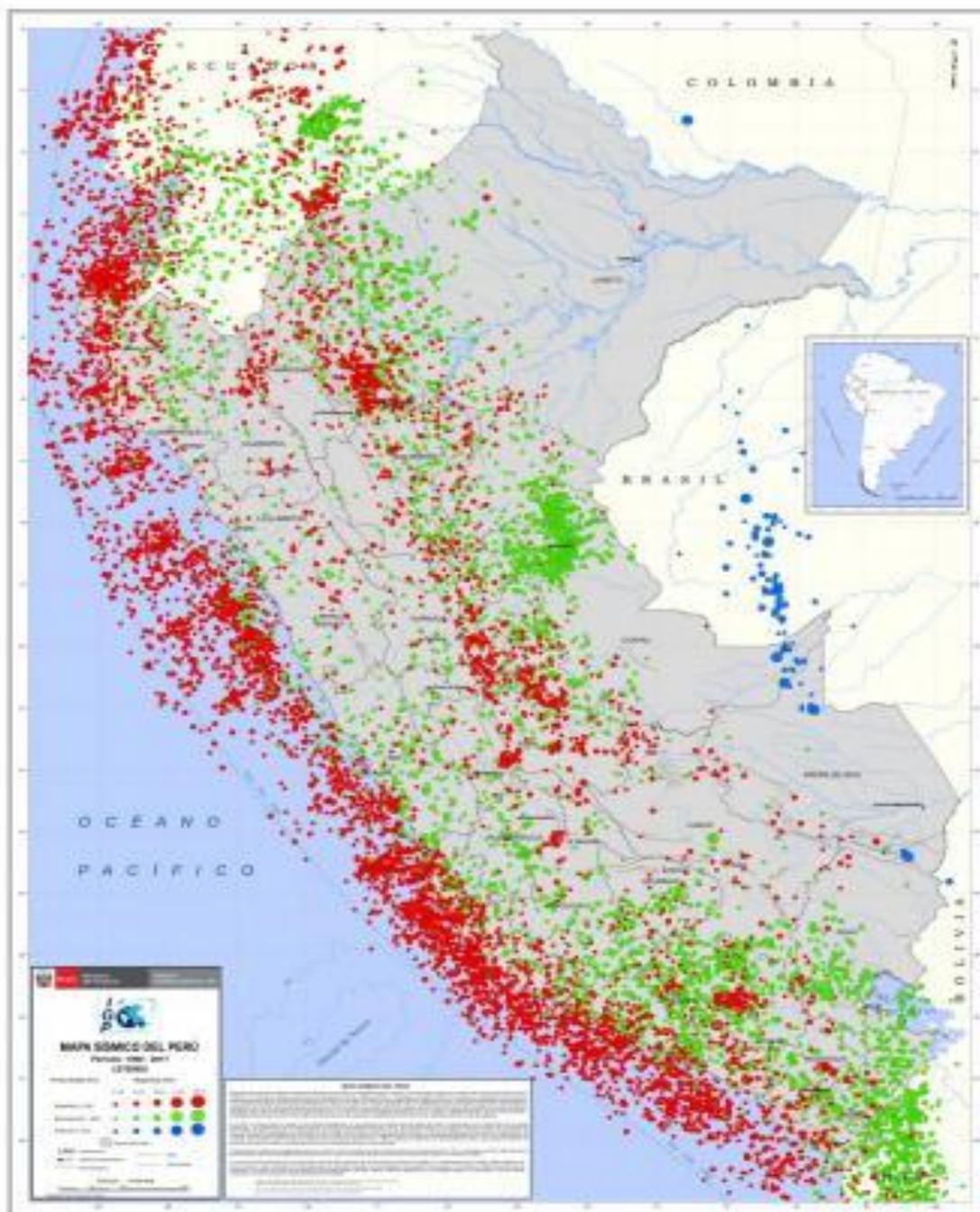


Figura 7. Mapa sísmico del Perú

Sismos históricos en el Perú. El Perú, cuenta con una cronología histórica de terremotos destructivos. Sin embargo, solo se encuentran registradas menciones que se dan durante cada año, desde 1533 hasta el último terremoto del 2007. Mientras sea un año más actual, hay mayor información del sismo. Por ello, en:

Lima, 1533: Temblor, siendo uno de los más antiguos registrados en nuestro país. Este peculiar movimiento se da cuando Hernando Pizarro llegaba al santuario de Pachacamac.

Arequipa, 1555: De acuerdo al libro de Cabildos, quedan casas dañadas debido al sismo producido en ese año, donde ocasiona la muerte de varias personas.

Lima, 1555: Ocasiona desperfectos en los edificios.

Arequipa, 1582: La ciudad de Arequipa todavía está en ruinas, con más de 300 casas destruidas y más de 35 personas fallecidas.

Lima 1586: Destruye edificios, aunque hay pocas víctimas. La tierra tembló durante 60 días y se sintieron sismos en Huánuco y Cusco.

Costa Sur, 1604: El fuerte terremoto dejó las ruinas de Arequipa, Moquegua, Tacna y Arica, destruyendo a Ica. En el pasado, hubo un tsunami que destruyó los puertos de Arica y Pisco.

Trujillo, 1619: El sismo produjo pérdidas humanas por más de 350 personas.

Cuzco, 1650: Los templos y la gran parte de los edificios y viviendas son derribados, extendiéndose los daños a Abancay y Andahuaylas.

Lima, 1655: El terremoto ocasionado durante este año, produjo daños irreparables en muchas casas y edificaciones.

Lima, 1687: Dos terremotos destruyeron nuestra capital peruana. El impacto es catastrófico, y se considera que las propiedades en Kanet, Ica, Palpa, Nazca y Kamana son enormes, y se estima que hay unas 300 víctimas.

Pisco, 1716: El sismo hizo que se derrumbaran casa y al abrirse la tierra, la expulsión de agua.

Lima, 1746: En el terremoto de magnitud 11 de escala Mercalli, ocasionó que solo 25 de las 3.000 casas existentes durante ese período se destacaron. Incluso destruyó la catedral de Lima. Sobre la base del cálculo de 1.141 personas (la población total de 60.000 residentes) que mencionaron en ese momento, se calculó el número de víctimas. Más tarde, Callao fue golpeado por un tsunami, matando a muchas personas.

Arequipa, 1784: Aquel terremoto tuvo una intensidad de V a la escala de Mercalli, provocando la muerte de 54 personas. Dejando en ruinas edificios y viviendas.

Lima, 1806: El sismo con una intensidad de XI en la escala de Mercalli, produjo un tsunami dejando daños irreparables para dicha época.

Arequipa, 1821: Ocasionando daños en los distritos de Camaná, Ocoña, Caravelí, Chuquibambaba y el Valle de majes.

Lima, 1868: Un sismo con magnitud III en Mercalli, ocasionó graves consecuencias para las edificaciones y la catedral debido a los sismos anteriores, la ciudad de Lima se encontraba frágil ante estos siniestros. Donde se calcula que hubo 180 muertos.

Costa Sur, 1877: De acuerdo al sismo que posteriormente produjo un tsunami, éste se sintió en los Puertos de Ilo y Arica.

Lima, 1904: Producto del movimiento telúrico, las estructuras de las viviendas no soportaron la magnitud III de Mercalli ocasionando sus derrumbes. Este movimiento se sintió en Casma, Trujillo, Huánuco, Pisco, Ica y Ayacucho.

Apurimac, 1913: Este terremoto ocasionó la destrucción de varios caseríos de la provincia de Aymaraes.

Carabaya y Chachapoyas, 1928: El terremoto ocasionó el desprendimiento de enormes bloques de hielo y aluviones para la ciudad de Carabaya. Mientras que en Chachapoyas ocasiona la destrucción de varias ciudades interandinas del Norte de Perú.

Lima, 1940: De acuerdo a los registros, se produjo un sismo de VIII grados a la escala de Mercalli, dejando así un saldo de 179 muertos y 3500 heridos. El 38% de las viviendas resultaron dañadas y afectadas.

Pallasca y Pomabamba, 1946: Provocó la muerte de 1936 personas y se sintió el sismo con un área de percepción de 450,000km².

Cuzco, 1950: El sismo con intensidad V en la escala de Mercalli, destruyó más de la mitad de viviendas en dicha época.

Arequipa, 1958: Para aquel entonces, el sismo sentido en la ciudad de Arequipa, ocasiona el desprendimiento de varias piedras y con ello, la destrucción de viviendas humildes.

Ayacucho, 1959: Aquel terremoto destruyó 150 viviendas con inhabilitación de vías terrestres.

Arequipa, Lima y varias provincias sureñas 1960: En Arequipa se producía un sismo que fue capaz de inhabilitar las carreteras y destruir algunas construcciones de sillar. Con una escala de Mercalli de IX grados.

Lima, 1966: El terremoto alcanzó los 8 grados en la escala de Mercalli, y el impacto del terremoto se sintió entre Lima y Supe, matando a 100 personas.

1970, Ancash: Muerte de más de 50,000 personas, 20000 desaparecidos y 150000 heridos, producto de la avalancha que siguió al terremoto que llegó a sepultar al pueblo de Yungay. De acuerdo a lo evaluado, los daños de la población eran de 60000 viviendas que necesitaban reconstruirse. Destruyó 6.730 aulas; redujo la capacidad de energía y la libertad en un 10%, lo que causó daños a la central hidroeléctrica de Huallanca.

Arequipa, 1979: El movimiento telúrico llega a alcanzar una intensidad de 6,2 grados a la escala de Richter. Sin embargo, no se registra algún tipo de daño o pérdida humana.

Cuzco, 1986: La ciudad del Cuzco es atacada por un sismo de 6,1 grados a la escala de Richter, afectando la ciudad y sus alrededores, pero sin pérdidas considerables.

Nazca, 1996: Un terremoto de magnitud 7.7 de escala Richter, ocasionó la muerte de 17 personas e hirió a 1,500 y casi 100,000 damnificados. Debido a este siniestro, la ciudad de Nazca quedó en ruinas.

Moquegua, 2001: Terremoto de 7 grados a la escala de Richter, donde el 80% de la población local fue afectada ocasionando el derrumbe del 90% de algunos poblados. La ciudad de Moquegua quedó sin comunicación telefónica. Por lo que las líneas telefónicas fueron seriamente dañadas. En ciudades cercanas como Tacna y Arequipa, fallecieron más de 70 personas. Además, un fuerte tsunami arrasó la ciudad de Camaná. El sismo fue sentido en la ciudad de Lima y con menor intensidad en las ciudades de Tumbes, Talara, Sullana y Piura.

Pisco, 2007: El terremoto se consideró catastrófico porque causó un gran porcentaje de edificios en ciudades como Chacha, Pisco, Ica, Tambo de Mora, Leoncio Prado, etc. en China Daño estructural. Esto fue seguido por bajas y más de 35,000 familias afectadas. Según el Instituto Nacional de Investigación de Defensa Civil, determinaron que murieron 600 personas.

Estos datos obtenidos como sismos históricos en Perú, cuentan con poca información de estudio. Ya que datan desde el siglo pasado hasta el año 2007. Si bien es cierto, se llegó a explicar el contexto de la situación. Sin embargo, se llega a la conclusión que Lima no presenta un sismo de gran magnitud desde hace 400 años.

Sismicidad en Villa el Salvador. Villa el Salvador, La alta actividad causada por la inserción entre la placa de Nazca y la placa de América del Sur lo expone a un alto riesgo de terremotos. Debido a la interacción de los bordes que convergen del litoral peruano-chileno.

Durante los sismos históricos ocurridos en el Perú y de alguna forma han llegado a afectar tanto la ciudad de Lima y Villa el Salvador, tenemos los siguientes.

Sismo del 03 de octubre de 1974, con intensidad de VIII MMI en Lima y VII MMI en Cañete.

Sismo del 18 de abril de 1993, con intensidad de VI MMI en Lima y VMMI en Cañete y Chimbote.

El terremoto ocurrido el 15 de agosto de 2007, conocido como el "Terremoto de Pisco" porque su epicentro se localizó a 60 kilómetros al oeste de la ciudad de Pisco. Según el Instituto Geofísico del Perú, la magnitud de este movimiento telúrico es de 7.9, y según el Centro Nacional de Terremotos, es de 8 grados. El terremoto causó daños severos al 80% de las casas en Pisco. En la escala de Mercalli en Pisco, Chinchilla y Canet, V y VI a Lima, consideramos el área de la villa de El Salvador.

Vulnerabilidad y Peligro Sísmico en Villa el Salvador. El 60% de las viviendas de Lima son vulnerables ante un sismo de gran magnitud. Debido a que estos forman parte de la autoconstrucción, ello indica la falta de conocimiento técnico en el proceso constructivo que presentan algunos distritos, siendo de lo más afectados el distrito de Villa el Salvador, con un porcentaje del 88% de las viviendas con daños severos ante un sismo o terremoto, hasta presentar colapsos de las viviendas a causa de estos fenómenos naturales. Esta estimación de riesgos de viviendas en el distrito de Villa el Salvador es de suma importancia, debido a la informalidad y falta de conocimiento en los procesos constructivos que se genera, ya sea por falta de apoyo económicos o por el lado económico que se genera al construir con materiales no adecuados.

Ante un sismo de gran magnitud, los especialistas a cargo de estos temas, nos informan que las zonas de alta vulnerabilidad en Lima son: Ventanilla, Callao, Villa el Salvador, Chorrillos y Lurín, haciendo que este desastre natural también ocasionaría un tsunami donde los distritos mencionados tendrían 2km de máxima inundación horizontal para el distrito de Ventanilla, 0.7km de inundación para el Callao, Chorrillos y Villa el Salvador presentarían 1.2km de inundación y a su vez Lurín con 1.5km.

Por otro lado, al surgir un terremoto con una magnitud de gran escala, Villa el Salvador presentaría un peligro sísmico significativo por todo el problema de viviendas informales que tiene, siendo así un movimiento telúrico con una aceleración estimada del suelo de 466.96cm/s^2 . Lo cual genera un incremento alto del peligro sísmico teniendo en cuenta que la cuarta parte del distrito presente problemas constructivos en sus viviendas.

ESTIMACION DEL RIESGO EN VIVIENDA			
	% COSTO DE REPARACION	NIVEL DE DAÑO	% DE VIVIENDAS EN CONCIONES DE RIESGO
	Menor a 15% del Valor de la Vivienda	Daño Leve o Sin Daño	4%
	Entre 15% y 30% del Valor de la Vivienda		
	Entre 30% y 60% del Valor de la Vivienda	Daño Moderado	7%
	Entre 60% y 85% del Valor de la Vivienda	Daño Severo	34%
	Mayor a 85% del Valor de la Vivienda	Colapso	54%
			88%



Tabla N° 1. Vulnerabilidad sísmica en V.E.S

ZONAS	PELIGRO SÍSMICO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS					CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS			UBICACIÓN DEL DISTRITO	
	ACELERACIÓN DEL SUELO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SUELO PARA CIMENTACIÓN	DIMENSIONES DE LA CIMENTACIÓN		CAPACIDAD PORTANTE	PERIODOS DOMINANTES	FACTORES DE AMPLIFICACIÓN		COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL TERRENO
					ANCHO	PROF.					
ZONA 1 (Verde)	333.54 cm/s ²	Afloramientos rocosos de la Formación Pamplona (en diferentes lugares en el distrito)	En zonas puntuales, la roca se encuentra superficialmente fracturada.	Matriz de arenas limosas	0.60m	0.60m a 1.40m	1.50 a 2.70 kg/cm ²	0.10s a 0.20s	1	Adecuado	Ubicado en la parte Sureste del distrito, límite con Villa María del Triunfo; en la parte Noroeste colindante con San Juan de Miraflores y en pequeños sectores por el centro del distrito.
ZONA 2 (Amarillo)	400.25 cm/s ²	Depósitos de arenas eólicas	Suelo conformado por arenas limosas mal gradadas, con compacidad suelta a media densa, compacto a 10m de profundidad.	Estratos de arenas finas ligeramente húmedas, sueltas a media densas	0.60m	1.40m a 2.20m	0.80 a 1.20 kg/cm ²	0.20s a 0.40s	4.40 a 9.60 veces	Se genera incremento moderado del nivel de peligro sísmico	Ubicado en la parte Noroeste colindante con Chorrillos, además de existir una franja que se extiende en la zona Este, limitando con Lurín y Villa María del Triunfo y que se introduce hasta el centro del distrito.
ZONA 3 (Naranja)	433.60 cm/s ²	Depósitos de arenas eólicas de gran espesor en estado suelto, adyacente al cerro Lomo de Corvina.	Material de relleno de 1 a 2m de espesor.	Subyacente al material de relleno, Subyacente a ello se encuentra un potente estrato de arena pobremente gradada, con compacidad suelta.	0.60m	1.40m a 2.20m	0.80 a 1.20 kg/cm ²	0.50s a 0.70s	4.00 a 8.00 veces	Se genera incremento severo del nivel de peligro sísmico	Se ubica en la parte central y se considera como la zona que posee más de la mitad del área del distrito en mención.
ZONA 4 (Rojo)	466.96 cm/s ²	Depósitos de arenas eólicas de gran espesor en estado suelto y depósitos marinos en playa y en Lomo Corvina (fuerte pendiente susceptibles a sufrir deslizamientos)	Material de relleno de 1 a 2m de espesor.	Subyacente al relleno, arena pobremente gradada con compacidad suelta y en la playa, nivel freático a 2m. Áreas susceptibles a licuación de suelos y densificación.	0.60m	1.40m a 2.20m	-	0.80s a 1.20s	4.70 a 8.90 veces	Se genera incremento alto de peligro sísmico	Se ubica en la parte Suroeste del distrito colindante con el Océano Pacífico, cabe considerar que es una zona que posee la cuarta parte del distrito.
ZONA 5 (Azul)	-	Área puntual del distrito.	Rellenos de hasta 6m de profundidad, constituido por materia orgánica en descomposición, desperdicios, basura, etc.	Por sus condiciones, su suelo no es apto para cimentación ni para habilitaciones urbanas.	-	-	-	-	-	-	Es una zona puntual que se encuentra en el Sureste del distrito, ubicándose dentro de la zona III según esta descripción.

Tabla N° 2. Peligro sísmico y zonas vulnerables

Comportamiento Sísmico. “El rendimiento sísmico insuficiente de la estructura es la razón principal de las pérdidas humanas, así como la de la economía. Básicamente, aunque el progreso realizado en el diseño estructural en el diseño estructural es aplicable a las estructuras nuevas, es aplicable a la reparación de estructuras existentes en menor medida. Hay muchos más edificios existentes que edificios nuevos. En áreas con sismicidad moderada o baja, es común encontrar que estas estructuras no contienen ningún tipo de análisis o diseño sísmico, porque las personas generalmente no consideran las regulaciones como eventos sísmicos que representan un factor de riesgo para la comunidad.” **(Moreno, Raúl y Bairán, 2011, p.22).**

Autoconstrucción de viviendas. “El 70% de los hogares cuentan con una construcción informal. La autoconstrucción de viviendas y edificaciones se entiende como el proceso por el cual los propietarios interviene en el proceso constructivo. Por lo general es muy simple y en la selección de materiales de construcción, optan por lo más económico. Ellos mismo construyen las edificaciones sin ningún tipo de asesoría técnica. Por lo que las viviendas presentan bajos niveles de funcionalidad, deficiencia en la iluminación natural, escasos o pocos acabados e instalaciones eléctricas. A veces sin agua y drenaje” **(Sánchez, 2008, p44).**

“Más del 60% de las viviendas en el país, tanto en el medio rural como el urbano, se construye con el procedimiento de autoconstrucción. Es un porcentaje elevado de grupos que paradójicamente reciben los menores ingresos. La autoconstrucción es una alternativa a las necesidades de vivienda familiar o para grupos organizados. Se aprovecha la capacidad organizativa de la gente para mejorar sus condiciones sociales y materiales. Y propiciar un nivel de vida más adecuado” **(Rodríguez, 1998, p.21).**

Según, encuestas de la municipalidad de Villa el Salvador, debido al gran número de viviendas informales en el distrito de Villa el Salvador, se ha llegado a concluir que existen dos tipos de procesos en la construcción de viviendas informales. Por su tipo de construcción nueva rápida. Que se entiende como aquel proceso en el cual se llega a construir solo un piso durante 3 a 6 meses. Ya que solo se encarga de realizar este tipo de construcción, dos o tres personas. Debido a esto, se da la demora de la construcción. Por otro lado, la construcción nueva progresiva. Es

aquella que el primer piso se llega a construir en etapas, pero en periodos mayores a 6 meses. Realizando un estudio con la municipalidad de Villa el Salvador, se llegó a la conclusión que el 73% de las viviendas construye el primer piso de su vivienda en un periodo de más de 6 meses, por lo que usan el proceso constructivo nueva progresiva. Mientras que el 27% afirma haber construido su vivienda en un periodo de 3 meses, en pocas palabras. Construcción nueva rápida.

Tomando en cuenta estas tablas, llegamos a deducir que del 40 al 55% del diseño de las viviendas, las realiza en su mayoría el propietario. Mientras que el para la compra de materiales e instalaciones, el maestro de obra es aquel que decide en un 46.7 al 60%. Para las ampliaciones, remodelaciones o reforzamientos, se repite este patrón.

Tabla N° 3. Proceso Constructivo Inicial en las viviendas informales

Proceso constructivo inicial	Tipo de decisiones (% Hogares)				
	Diseño arquitectónico	Aspectos estructurales	Aspectos habitacionales	Selección de la calidad de materiales	Instalaciones (eléctricas y sanitarias)
Propietario	61.7 %	45.0 %	56.7 %	30.0 %	16.7 %
Maestro De Obra	36.9 %	55.0 %	38.3 %	70.0 %	81.6 %
Ing-Civil	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Arquitecto	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Recomendado	1.7 %	0.0 %	5.0 %	0.0 %	1.7 %

Tabla N°4. Proceso Constructivo de ampliación y mejoras en las viviendas informales

Proceso constructivo de ampliación, remodelación y/o reforzamiento	Tipo de decisiones (% Hogares)				
	Diseño arquitectónico	Aspectos estructurales	Aspectos habitacionales	Selección de la calidad de materiales	Instalaciones (eléctricas y sanitarias)
Propietario	63.2 %	13.5 %	67.6 %	34.2 %	32.3 %
Maestro De Obra	36.8 %	86.5 %	32.4 %	65.8 %	67.6 %
Ing-Civil	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0%	0.0 %
Arquitecto	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Recomendado	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %

Análisis Estructural. “El 70% de los hogares cuentan con una construcción informal. La autoconstrucción de viviendas y edificaciones se entiende como el proceso por el cual los propietarios interviene en el proceso constructivo. Por lo general es muy simple y en la selección de materiales de construcción, optan por lo más económico. Ellos mismo construyen las edificaciones sin ningún tipo de asesoría técnica. Por lo que las viviendas presentan bajos niveles de funcionalidad, deficiencia en la iluminación natural, escasos o pocos acabados e instalaciones eléctricas. A veces sin agua y drenaje” **(Kassimali, 2015, p3).**

“Cada vez que se diseña una estructura, es importante tener en cuenta la incertidumbre de los materiales y las cargas. Estas incertidumbres incluyen posibles cambios en las propiedades del material, tensiones residuales en el material, valores medidos esperados que pueden ser diferentes de las dimensiones prefabricadas, cargas debido a vibraciones o golpes, y corrosión o descomposición del material.” **(Hibbeler, 2012, p26).**

Diseño Estructural. “El diseño estructural siempre se basa en lo que llamamos "prueba y error", pero según el plan ideológico y económico, el conocimiento sobre el comportamiento de los materiales y las formas en las estructuras se transmite de una generación a otra. Lo que prueba esto es que no fue hasta después del Renacimiento que las recomendaciones sobre las dimensiones de los elementos estructurales de Vitruvio fueron tomadas casi literalmente. Más tarde, realizamos cálculos de cable estático sobre el comportamiento estructural, como se puede ver en la teoría de Poleni, sobre el comportamiento de arcos y bóvedas. Por lo tanto, el diseño estructural se basa principalmente en la forma geométrica de la forma estructural.” **(Díaz, 2008, p2).**

“El diseño estructural incluye diversas actividades llevadas a cabo por el diseñador para diagnosticar la forma, el tamaño y las características detalladas de la estructura. Es decir, parte de la estructura cuya función es capturar solicitudes que ocurren en diferentes etapas de su existencia. El diseño estructural se incluye en el proceso general del plan de ingeniería civil y, según el diseño estructural, se define como las características que debe tener el proyecto al realizar sus funciones. Como

requisito primordial, las estructuras no deben sufrir fallas o mal comportamiento por su incapacidad de soporte” (Meli, 2008, p15).

Etabs. “Etabs es un programa de elementos finitos con una interfaz gráfica 3D orientada a objetos y está listo para modelar, analizar y determinar los problemas de ingeniería estructural más extensos de una manera totalmente integrada. Etabs es conocido por la flexibilidad de sus tipos de estructuras analizables, la potencia de cálculo y la fiabilidad de los resultados. Es una herramienta de trabajo diario para varios ingenieros.” (Computer y Structures inc, 2019, p1).

Efectivamente, el programa Etabs es un programa computarizado para realizar la modelación y dimensionamiento de estructuras, netamente edificaciones, muros, cortes etc. Nos permite abordar todos los temas de estructuras. Es por ello, se toman problemas estructurales. Debido a los datos exactos que nos brinda este programa, cada día es uno de lo más requeridos en el campo de Ingeniería Civil.

Norma E030. “Nos brinda las condiciones mínimas para el diseño sismorresistente de las edificaciones” (Ministerio de vivienda, 2010, p4).

Esta norma se aplica para aquellas edificaciones que están por construirse recién, es decir, edificaciones nuevas y también para aquellas que requieren alguna reparación o reforzamiento debido al desgaste de algún factor externo.

El empleo del sistema estructural de una edificación o vivienda, debe ser aprobada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y con esto, explicar que la alternativa de ese sistema cumple con los resultados de rigidez, resistencia sísmica y ductilidad. Toda construcción debe estar adecuada con la norma sismorresistente con el fin de evitar pérdidas humanas, daños estructurales o algún colapso debido a la magnitud de un sismo.

Norma E020. “Cada edificio y sus partes deben poder soportar las cargas impuestas debido a la duración que soporta. Por lo tanto, funcionarán en una combinación prescrita para no causar tensión o deformación más allá del valor indicado por cada material estructural de acuerdo con su estándar de diseño específico. Las cargas que establecidas con parámetros mínimos en condiciones de servicio están siendo complementadas con la Norma E030, Diseño

sismorresistente y con las normas de diseño de cada uno de los materiales estructurales” (Ministerio de Vivienda, 2010, p1).

Análisis Estático Lineal. “El término rigidez define la diferencia fundamental entre análisis lineal y no lineal. La rigidez es un atributo de una pieza o ensamblaje, que caracteriza la respuesta a una carga aplicada. Hay muchos factores que afectan la dureza: forma, material, soporte de las piezas. Cuando una estructura se deforma bajo carga, su rigidez cambia debido a uno o más de los factores anteriores. Si la deformación es grande, la forma puede cambiar. Si el material alcanza su límite de destrucción, las propiedades del material cambiarán. Por otro lado, si el cambio en la rigidez es lo suficientemente pequeño, se puede suponer razonablemente que ni la forma ni las características del material cambiarán durante el proceso de deformación. Este supuesto es el principio básico del análisis lineal. Esto significa que durante todo el proceso de deformación, el modelo analizado conserva su rigidez en su forma no deformada antes de aplicar la carga. No importa cuánto se deforme el modelo, si se aplica en un paso o gradualmente, y qué tan alto el estrés generado en respuesta a la carga, el modelo mantendrá la rigidez inicial” (Camargo, 2016, p63).

Una vez conocido el método de análisis lineal, se procederá a evaluar el desplazamiento máximo y el punto de desempeño. Los valores que se obtendrán con dicho análisis, nos servirán para la comparación de del procedimiento estático no lineal con el procedimiento Tiempo – Historia.

La carga lateral propuesta se usará para calcular la fuerza y el desplazamiento en el edificio o residencia, y luego continuaremos usando los criterios de aceptación para la evaluación. La carga cuasi lateral actúa sobre el modelo elástico lineal, lo que nos proporcionará resultados de desplazamiento de diseño que se aproximan al desplazamiento máximo esperado. En el modelo pseudo tridimensional, se supone que la estructura es una combinación de cuadros planos. La rigidez que cada cuadro nos brinda en el plano es mayor que la de la dirección lateral, lo que se considera insignificante. Al igual, la rigidez torsional llega a despreciarse de todos los elementos. Los pórticos solo deben estar interconectados por entrepisos, que actúan como membranas infinitamente rígidas en sus planos. Por otro lado, no se considera la deformación axial de la viga. Sin embargo, en comparación con los

elementos verticales, la deformación de corte en la viga generalmente se ignora. Considere cilindros o placas para deformación, flexión, deformación axial y de corte. Las fuerzas inerciales se consideran concentradas o acumuladas en el nivel que pertenece al entrepiso. De esta forma, podemos proponer un modelo con tres grados de libertad por capa.

Carga Viva. “Es aquello que toda estructura presenta durante toda su etapa de vida útil, debido al soporte de pesos que están presente por sus ocupantes, muebles, equipos, materiales y otros componentes que son capaces de moverse mediante una acción. Es por eso que las cargas vivas son elementos movibles soportados por la edificación” **(Rodas, 2014, p29).**

“La carga viva se debe a la construcción y al uso. Por lo tanto, incluye todo lo que no tiene una posición fija y fija, y no puede considerarse una carga estática. Por lo tanto, debido al uso de herramientas especiales, el peso causado por el agua requerida para la operación del personal y la estación de bombeo ingresa a la carga activa” **(Duarte, 2011, p43).**

“Es una carga móvil que puede actuar en edificios de forma independiente u ocasional, por ejemplo: el peso de los ocupantes, muebles, agua y equipos móviles. El tamaño de cada carga depende del uso del entorno” **(Obregón, 2007, p56).**

Tabla N°5. Cargas mínimas repartidas
Fuente:RNE

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (Kgf/m²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de Almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6,4
Auditorios, Gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios, y áreas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)
Salas Públicas	De acuerdo a lugares de asambleas
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	Ver 6.4

Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de Proyección	3,0 (300) Ver 6.4
Escenario	750
Zonas Públicas	De acuerdo a lugares de asamblea

Carga Muerta. “Es aquello que permanece sin movimiento durante toda la etapa de vida útil de la vivienda o edificación, debido a que dura indefinidamente en el elemento de la estructura, por ejemplo, el peso de los materiales, equipos, tabiques e incluso el mismo peso de la vivienda o edificación, son denominados cargas muertas” (Rodas, 2014, p29).

“Las cargas por gravedad se eliminan permanentemente durante la vida útil de la estructura, por ejemplo: peso adecuado de la estructura y peso de los sujetadores agregados” (Obregón, 20007, p56).

“La carga muerta es un conjunto de efectos producidos por el peso del edificio en sí, incluido el peso de la estructura y los elementos no estructurales, las fuerzas de movimiento de tierras, el peso de las tuberías, las bombas y las literas. Por lo tanto, la carga muerta es el principal factor permanente” (Duarte, 2011, p43).

Es por ello, que el RNE con la Norma E020, considera que se debe calcular la carga muerta mediante los pesos unitarios de materiales.

Tabla N°6. Peso unitario.
Fuente:RNE

MATERIALES	PESO Kn/m3	(kgf/m3)
Albañilería de:		
Adobe	16,0	1600
Unidades de Arcilla Cocida		
Sólida	18,0	1800
Unidades de Arcilla Cocida		
Huecas	13,5	1350
Concreto Simple de:		
Cascote de Ladrillo	18,0	1800
Grava	23,0	2300
Pómez	16,0	1600
Concreto Armado de:	Añadir 1 (100) al peso concreto simple	
Otros		
Concreto Asfáltico	24,0	2400
Ladrillo pastelero	16,0	1600
Loetas	24,0	2400
Teja Artesanal	16,0	1600
Teja Industrial	18,0	1800
Vidrios	25,0	2500

Tabla N°7. Peso unitario para losas aligeradas.
Fuente:RNE

Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m ²)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

Análisis No lineal – Pushover. “El análisis estático no lineal o también conocido como análisis de impulso (Pushover) es una opción muy buena y práctica para encontrar la respuesta sísmica de una casa o edificio. Por lo tanto, se adopta la respuesta no lineal del material, es decir, se excede el límite elástico y se obedece el modo de carga lateral. Este análisis se encarga de evaluar la resistencia estructural, por lo que, la resistencia de la actriz se incrementa. Debido a esto, las grietas y deformaciones son por el empuje que tiene la estructura” **(Perez, 2017, p66).**

“La técnica de pushover es la más empleada en un estudio no lineal, el cual su meta es hallar la curva de capacidad resistente frente a movimientos sísmicos, mencionada curva vincula la cortante basal ordenada, con el descentramiento máximo lateral de la estructura abscisa, la curva de capacidad determina como las edificaciones se comportan después de exceder su límite elástico” **(Carpio Jorge y Zavala José, 2012, p68).**

“Considerando la respuesta no lineal del material, es decir, excediendo el límite elástico, el análisis estático no lineal es una opción muy práctica para encontrar la respuesta sísmica de la estructura” **(Aguar, 2002, p12).**

Existen diferentes formas de evaluar este tipo de análisis, como ATC 40 y FEMA356. Estos métodos se centran en encontrar la curva de resistencia de la

estructura a la acción del terremoto, que relaciona la fuerza de corte de la base con el desplazamiento lateral máximo en la parte superior. El espectro de respuesta inelástica se puede usar para determinar o encontrar el desplazamiento máximo que se puede encontrar durante un terremoto.

A diferencia del método de análisis lineal, considera directamente la influencia de la respuesta no lineal del material y, en el proceso de análisis lineal, el efecto de la respuesta debe considerarse de manera aproximada. Por lo tanto, el cálculo de las fuerzas internas y los desplazamientos durante el terremoto será más representativo.

Los métodos de análisis estático no lineal utilizan una serie de análisis elásticos, y estas secuencias deben superponerse para aproximarse a la curva de capacidad. El modelo matemático de la estructura puede modificarse para reducir la resistencia del elemento cedente. De esta manera, se aplican una serie de fuerzas horizontales, que aumentan monótonamente hasta que la estructura alcanza su capacidad máxima.

Es decir, al analizar la estructura ya diseñada, en esta estructura, se sabe que el efecto de refuerzo de sus elementos se verá afectado por la carga lateral aplicada en la misma dirección, y la carga aumentará de manera monótona hasta que la estructura colapse.

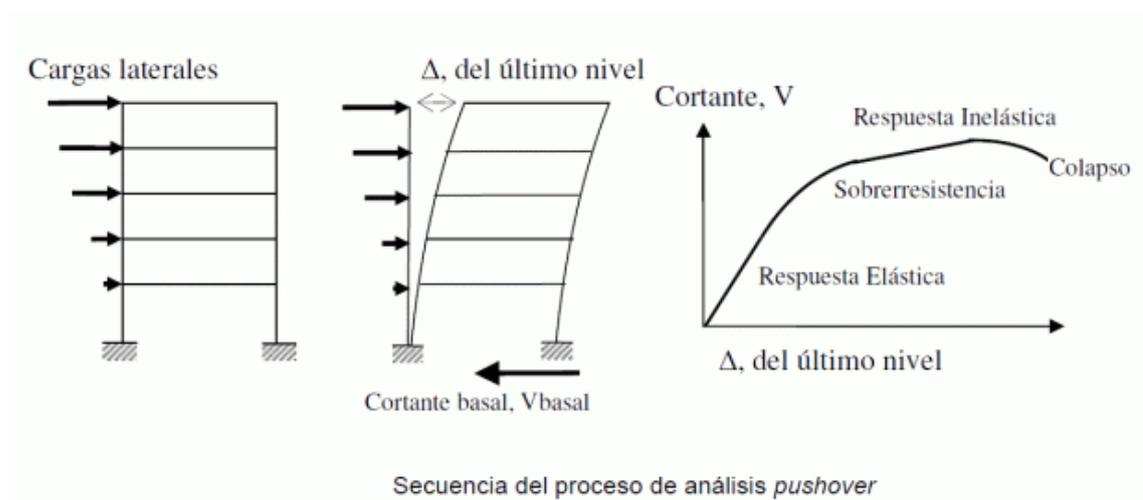


Figura 8. Análisis no lineal

Espectro Respuesta. “El espectro de respuesta se representa de manera gráfica de una serie de curvas, por lo que cada una de ellas representa la respuesta máxima (en términos de desplazamiento, velocidad o aceleración). Cuando se somete a diferentes vibraciones, puede pasar a través de diferentes oscilaciones con diferentes frecuencias y amortiguamiento constante Para lograr una acción sísmica dinámica. Por lo tanto, si la acción dinámica se refiere a terremotos, estos espectros se denominan espectros sísmicos de respuesta” (Barbat, 2005, p23).

El espectro de respuesta se utiliza para cálculos en el campo de la ingeniería sísmica. Por lo tanto, puede medir la respuesta de la estructura a las vibraciones del suelo. Por lo tanto, el espectro de respuesta nos muestra la aceleración máxima absoluta de la vibración estructural y la vibración base. Porque, si la parte inferior del edificio vibra, se propagará por toda la estructura y hará que comience a vibrar, lo que significa que el espectro de frecuencia depende de dos factores básicos. La aceleración que nos da la vibración a la que llega a someterse la base y el periodo de oscilación de la estructura, por lo tanto, se llega a concluir que un periodo muy corto indica una estructura rígida. Los mayores valores de espectro elástico se dan en periodos de oscilación intermedios, de 0.3-0.6 segundos.

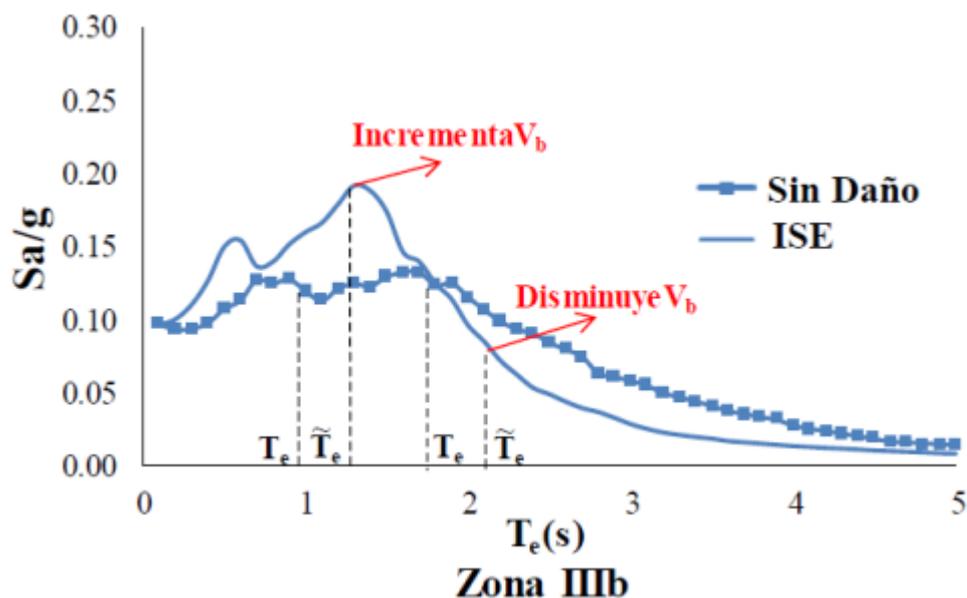


Figura 9. Espectro respuesta

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada.

La presente investigación tiene un tipo de investigación aplicada, debido a que trata de aplicar conocimientos académicos obtenidos.

De tal manera, para Chavez (2007), “Los tipos de investigación aplicada están dirigidos principalmente a resolver problemas en poco tiempo. Su objetivo es resolver el problema de inmediato mediante acciones concretas. Por lo tanto, a través de actividades precisas dirigidas al problema, se dirige directamente a la acción futura, en lugar del desarrollo de la teoría y sus resultados.” (p.134).

Por otro lado, Hernandez y Col (2006) plantean, “Este tipo de investigación tiene propósitos prácticos en el sentido de resolver problemas encontrados en el campo del conocimiento. Está relacionado con la aparición de necesidades o problemas específicos y el deseo de los investigadores de proporcionar soluciones” (p.103).

Diseño de investigación:

La presente investigación tiene un diseño experimental. Debido a que el investigador trata de responder al problema planteado en nuestro estudio.

Por otro lado, la investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Su diferencia con los otros tipos de investigación es que el objetivo de estudio y su tratamiento dependen completamente del investigador, de las decisiones que tome para manejar su experimento.

“El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se convierten en leyes y generalizaciones tendentes a incrementar el cúmulo de conocimientos pedagógicos y el mejoramiento de la acción educativa.” (Palella, 2010, p86).

“Un diseño experimental es un plan de acuerdo con el cual se asigna a los sujetos a los diferentes grupos o condiciones en el cual se harán experimentos. Por tal motivo, hay cinco actividades que se interrelacionan con sus características. A) Formular la hipótesis estadística. B) Establecer reglas para poner a prueba la hipótesis. C) Recolección de datos, de acuerdo a un plan que permita evaluar nuestra hipótesis. D) Analizar datos. E) Tomar decisiones con nuestra hipótesis y a la formulación de inferencias inductivas respecto a nuestra investigación” (Kirk, 2002, p. 504).

Por ende, nuestra investigación experimental, se basa en observar activamente con el fin de entender sus consecuencias. El método experimental implica la observación, manipulación, registro de las variables (dependiente, independiente, intervinientes, etc.) que afectan un objeto de estudio.

Arias (2008) “La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).” (p. 58).

3.2. Variables y operacionalización: Proceso metodológico, que incluye la descomposición deductiva de las variables que constituyen la pregunta de investigación, de la más general a la más específica; es decir, dividir estas variables (si son más complejas) en dimensiones, áreas, aspectos e indicadores.

Variable independiente (X): Viviendas informales.

“Viene representada por una X, es la variable que el investigador mide, manipula o selecciona para determinar su relación con el fenómeno o fenómenos observador. Esta variable también es conocida como variable estímulo o input. Es una variable que puede tener su origen en el sujeto o en el entorno del sujeto” (Buendía y Colas, 2001, p.57).

- **Definición conceptual:** "La construcción de la casa o el proceso de construcción realizado directamente por su propio usuario (individual, familiar o colectivo) sin ningún estudio o conocimiento previo" (Orihuela, 1993, p15).

- **Definición operacional:** Nuestro estudio presenta construcciones informales, donde no cuentan con ningún tipo de asesoría técnica al momento de realizarse el proceso constructivo.
- **Indicadores:** Geometría, Rigidez, Simetría, Materiales empleados, Mano de obra.
- **Escala de medición:** Razón.

Variable dependiente (Y): Comportamiento sismorresistente.

De tal manera, Buendía y Colás (2001) mencionan que: “La variable dependiente se encuentra representada por una Y. La variable dependiente es un factor que el investigador observa o mide para determinar el efecto de la variable independiente o variable causa” (p.56).

- **Definición conceptual:** " A través de una investigación detallada, podemos entender la sensibilidad del edificio a un cierto grado de daño antes de un movimiento sísmico específico. " (Barbat, 1998, p38). "
- **Definición operacional:** Conocer la forma en cómo responde una estructura ante un sismo con el fin de entender el comportamiento que sufre sus elementos estructurales.
- **Indicadores:** Derivas, Distorsión entre piso, Espectros de diseño, vigas y columnas.
- **Escala de medición:** Razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Según Tamayo y Tamayo (1997) “La población se define como la suma de los fenómenos a estudiar, en los que la unidad de población tiene una característica común, que se estudia y produce datos de investigación.”.

La población o universo seleccionado y/o tomado para el proyecto de investigación son las edificaciones informales del distrito de Villa el Salvador, Sector 6, Grupo 4.

Muestra: Tamayo (1997). Menciona que “Es a partir de la población cuantificada para una investigación se determina la muestra, cuando no es posible medir cada una de las entidades de población; se considera, es representativa de la población” (p22).

Por otro lado, Hernández et al. (2014) “la muestra es, en esencia un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p. 175)

Debido a que las muestras son los elementos de la población, se tomó en cuenta las edificaciones informales lotes 22 y 19 del distrito de Villa el Salvador del sector 6 grupo 4.

Muestreo: La presente investigación tiene un muestreo No probabilístico intencional. Debido a que no se llega a conocer la probabilidad que tienen los diferentes elementos de nuestra población.

Según, Malhotra (2004) menciona que: “Es una colección de elementos u objetos utilizados para procesar la información buscada por los investigadores y hacer inferencias en consecuencia, diciéndonos de la misma manera que la muestra es un subconjunto de elementos seleccionados de la población que participa en el estudio; de la misma manera, Se puede decir que la muestra es representativa de la elección general de la muestra, porque es imposible saber la respuesta proporcional a la pregunta formulada”. (p.56)

De tal manera, “El método utilizado para seleccionar a los componentes e la muestra del total de la población. "Consiste en un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se selecciona un conjunto de elementos de una población que representan lo que sucede en toda esa población". (p.43)

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos: Según, Arias (2006) menciona que “Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener información. La técnica que se utilizara es la observación directa ya que se realizará la inspección en el lugar y se recogerá los datos y características dentro del lugar a estudiar” (p.10).

De tal manera, la obtención de información o recolección de datos, es la etapa más importante para la realización de nuestro proyecto de investigación. Por lo que se puede obtener la definición de nuestro problema y la verificación de la hipótesis. Es por ello que al evaluar el comportamiento sismorresistente de viviendas informales se usará como instrumento el Reglamento Nacional de Edificaciones, en especial

la Norma E020, Cargas y E030, Diseño Sismorresistente junto con el programa Etabs.

Validez y confiabilidad: “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que el uso repetido del instrumento en la misma persona u objeto produce resultados iguales.” (Hernández et al,2014, p. 200).

Efectivamente, este proceso los instrumentos ya han pasado a un juicio experto antes de ser utilizados. Puesto que, el reglamento nacional de edificaciones con las normas E020 y la E030, cuentan con la aprobación para poder realizar este proyecto de investigación, al igual que el programa para edificaciones Etabs V.16.

Por otro lado, Según Hernández et al. (2014) “La validez, en términos generales, se refiere al grado que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (p. 200).

3.5. Procedimientos: Se empezará por las características de las viviendas junto con la ayuda de los planos que hemos requerido para luego poder realizar el modelamiento de las viviendas con el programa Etabs V16. Una vez obteniendo los resultados, realizaremos evaluaciones saber qué elementos estructurales requerirán algún tipo de refuerzo.

3.6. Método de análisis de datos: Para el proyecto de investigación comenzaremos con el procesamiento de datos, usando el programa Etabs donde obtendremos los datos necesarios para el modelamiento sísmico de las viviendas en el distrito de Villa el Salvador.

3.7. Aspectos éticos: Este estudio de investigación se llegó a realizar con fuentes confiables, dado así que todas las citas textuales se elaboraron de acuerdo a la norma ISO. Así mismo, se ha tomado en cuenta la autenticidad y verificación de los resultados obtenidos como también el respeto por los principios morales, religiosos, políticos y el respeto por la propiedad intelectual.

IV. RESULTADOS

1. En este capítulo identificaremos la infraestructura de la vivienda ubicada en el sector 6, grupo 4, manzana M, Lote19 del distrito de Villa el Salvador. El cual cuenta con las siguientes características.

Sistema Estructural: Albañilería Confinada.

Material Predominante: Albañilería Confinada (Unidades de ladrillos de arcilla).

Niveles: 2 pisos.

Uso: Vivienda.

Ubicación: Villa el Salvador.

Categoría: Tipo C

Al momento de ingresar al programa Etabs, crearemos nuestro nuevo modelo en la pestaña NEW MODEL, con las unidades en MKS (Sistema Métrico, Metros – Kilos – Segundos)

ACI 318 – 08 (Código que se asemeja más a la norma de concreto armado)

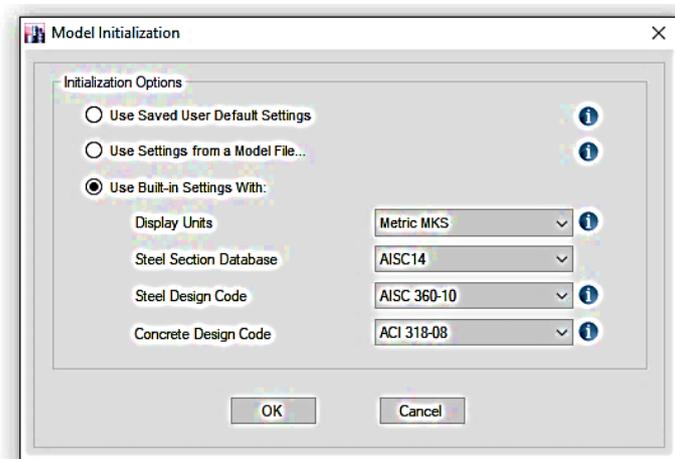


Figura 10. Inicio del modelamiento

- Una vez ingresado las unidades pasaremos a colocar las distancias de nuestra vivienda para ir modelándolo.

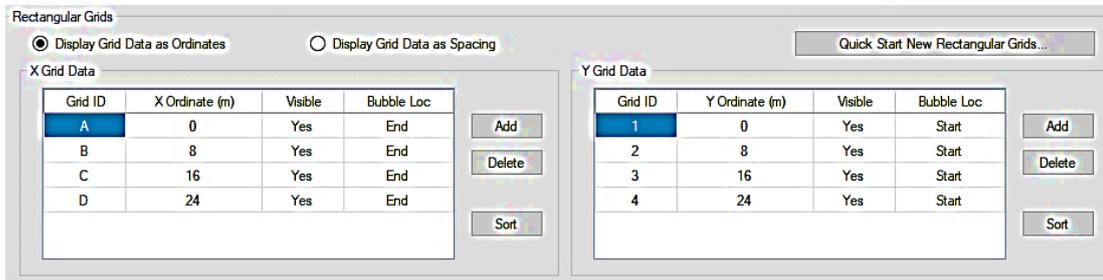


Figura 11. Sistema de grillas

- La cantidad de pisos de nuestra vivienda en el distrito de Villa el Salvador, es de dos. Con ello, colocamos la distancia existente de pisos para terminar con nuestro modelo de vivienda.

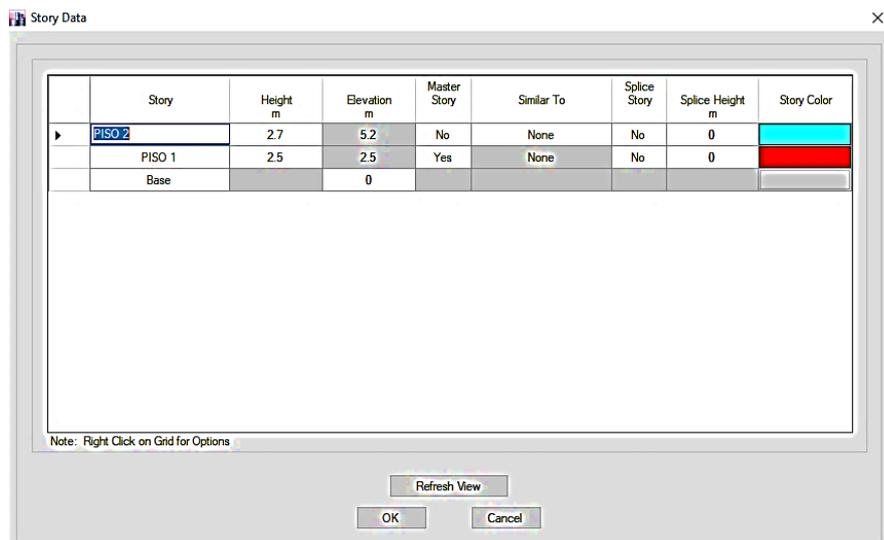


Figura 12. Cantidad de pisos y distancia

- Definimos los materiales donde 4000Psi es el equivalente al concreto 210 kg/cm² y modificamos los datos en Modify/Show Material, donde colocaremos en Material name: Concreto 210.

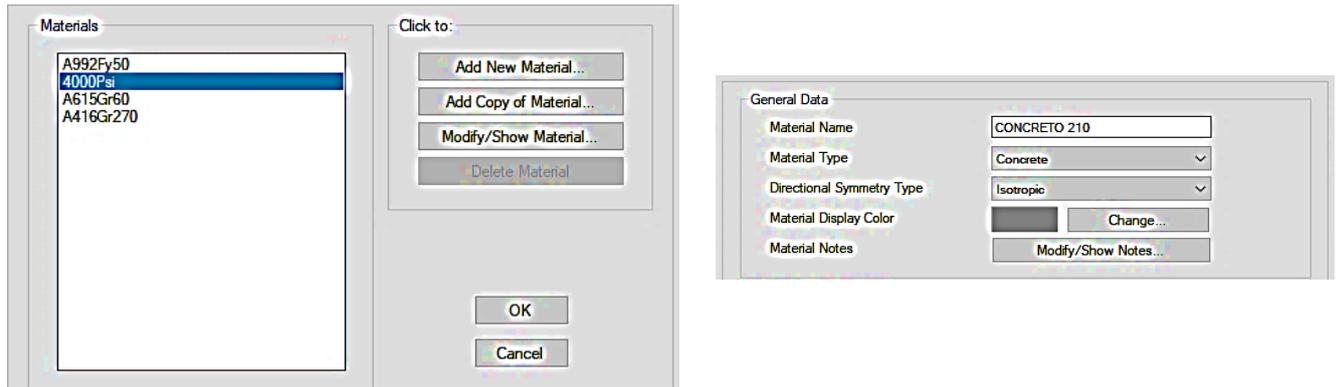


Figura 13. Definición de las propiedades de los materiales

Donde:

Peso específico del concreto= 2400kg/m³

Módulo de elasticidad del concreto= 15000√ f'c

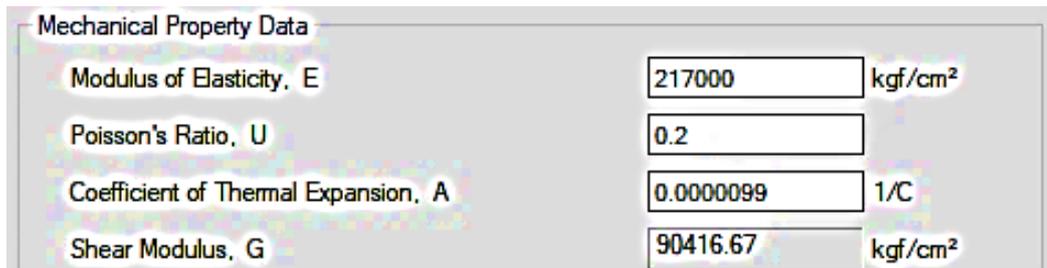


Figura 14. Propiedad de los materiales

Al momento de poder colocar los valores con los cuales estamos trabajando, también debemos tomar en cuenta nuestra resistencia del concreto, el cuál es de:

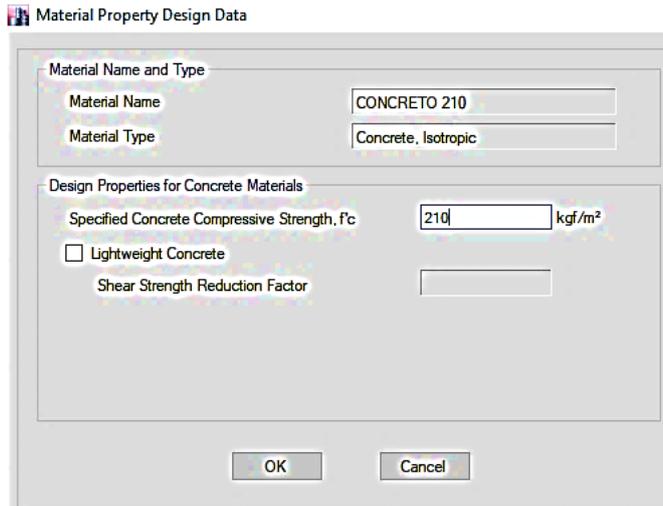


Figura 15. Propiedad de los materiales

5. Crearemos el material de albañilería en el programa Etabs.

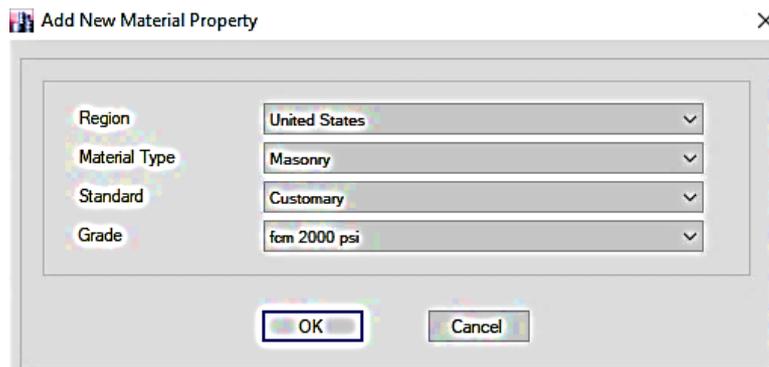


Figura 16. Propiedad de los materiales de albañilería

Con el fin de empezar a colocar los siguientes datos:

Peso específico para la albañilería= 1800 kg/m³ (Norma de Cargas E020)

Albañilería de:	
Adobe	16,0 (1600)
Unidades de arcilla cocida sólidas	18,0 (1800)
Unidades de arcilla cocida huecas	13,5 (1350)

Tabla N°8. Pesos específicos para albañilería

Resistencia a la compresión de la albañilería= $F'm = 65 \text{ kg/cm}^2$ (Norma de Albañilería E070)

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

Tabla N°9. Resistencias características de la albañilería

Figura 17. Propiedad de los materiales de albañilería

Módulo de elasticidad de la albañilería= 32500 kg/cm^2 (Norma de Albañilería E070)

- Unidades de arcilla: $E_m = 500 f'_m$
- Unidades Sílico-calcareas: $E_m = 600 f'_m$
- Unidades de concreto vibrado: $E_m = 700 f'_m$

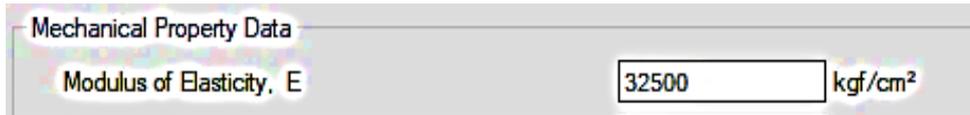


Figura 18. Propiedad de los materiales de albañilería

6. Una vez colocado los materiales para nuestra vivienda, pasaremos a definir las secciones. Tal es así que añadiremos nuestra nueva propiedad que son las columnas y vigas.

Según nuestro plano del Lote 19, la columna es de 25x25. Mientras que la viga es de 25x40.

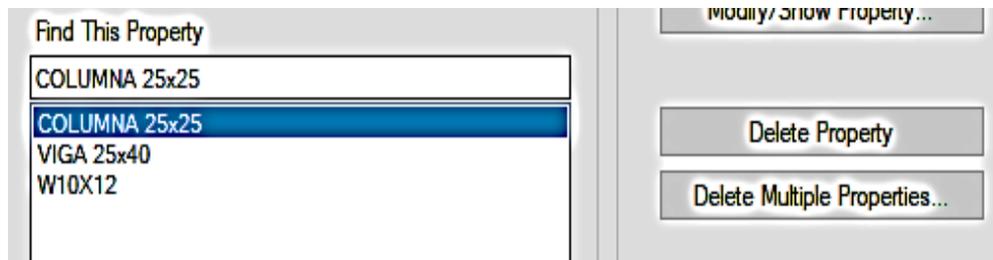


Figura 19. Dimensionamiento de vigas y columnas

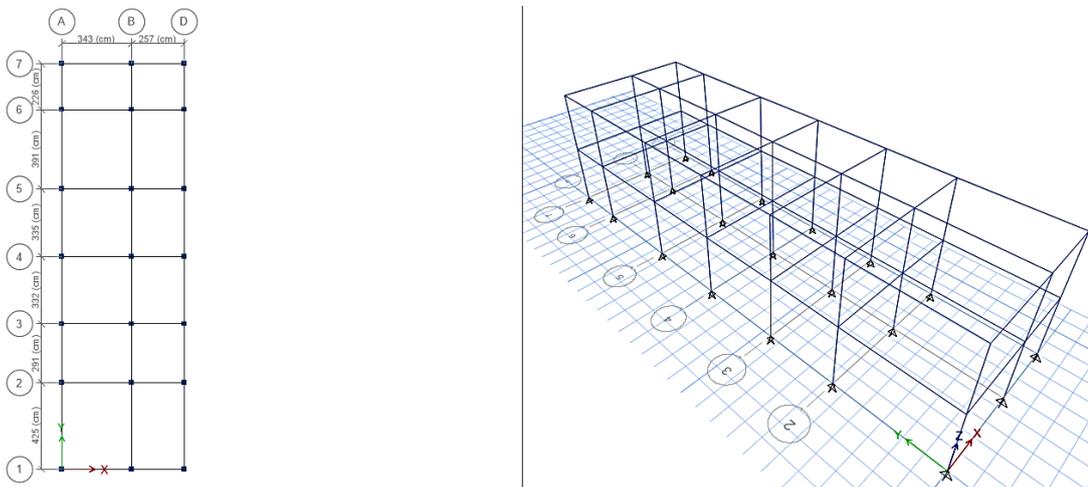


Figura 20. Colocación de vigas y columnas

7. Posteriormente definiremos nuestra losa aligerada. Para aplicarlo a nuestro modelamiento.

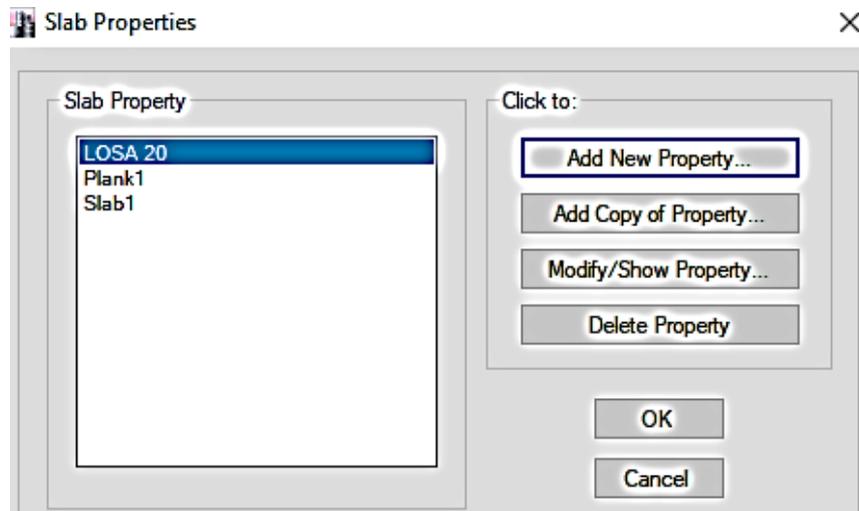


Figura 21. Propiedades de la losa aligerada

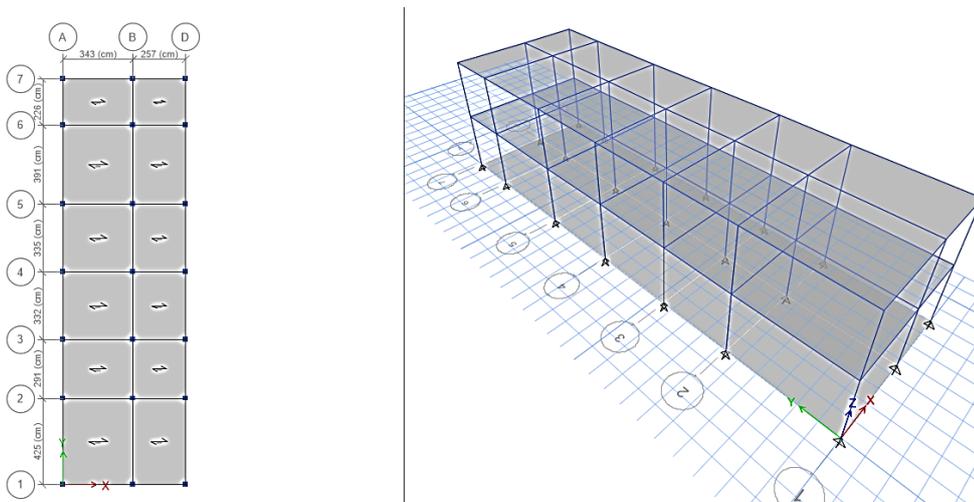


Figura 22. Losa aligerada

8. Para modelar el lote 19 del distrito de Villa el Salvador con el programa Etabs, tenemos que tomar en cuenta nuestra asignación de cargas, donde:

Carga muerta de la losa aligerada= 300 kgf/m² (Norma de cargas – E020)

+ Piso acabado= 100 kgf/m² + 50kgf/m²= 450 kgf/m²

En este caso estamos tomando en cuenta la carga del piso acabado como 100 kgf/m² para que podamos hallar nuestras cargas en general y 50kgf/m² por cualquier mobiliario que pueda existir en nuestra vivienda de estudio.

Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m²)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

Tabla N°10. Espesor del aligerado

9. Asignación de carga viva para el lote 19, Según la Norma de cargas – E020

Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Tabla N°11. Cargas vivas

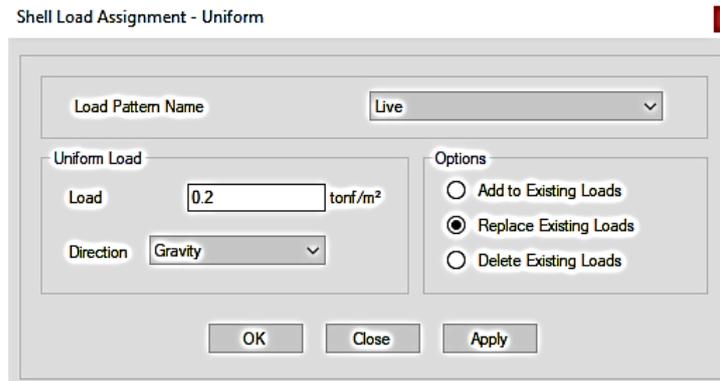


Figura 23. Asignación de cargas

10. Indicaremos al programa Etabs que nuestras losas se van a comportar como diafragmas rígidos, es decir, amarrará las vigas y columnas en los dos pisos de la vivienda. Según la Norma E070, Se considera diafragma rígido cuando su largo máximo no excede cuatro veces su ancho.

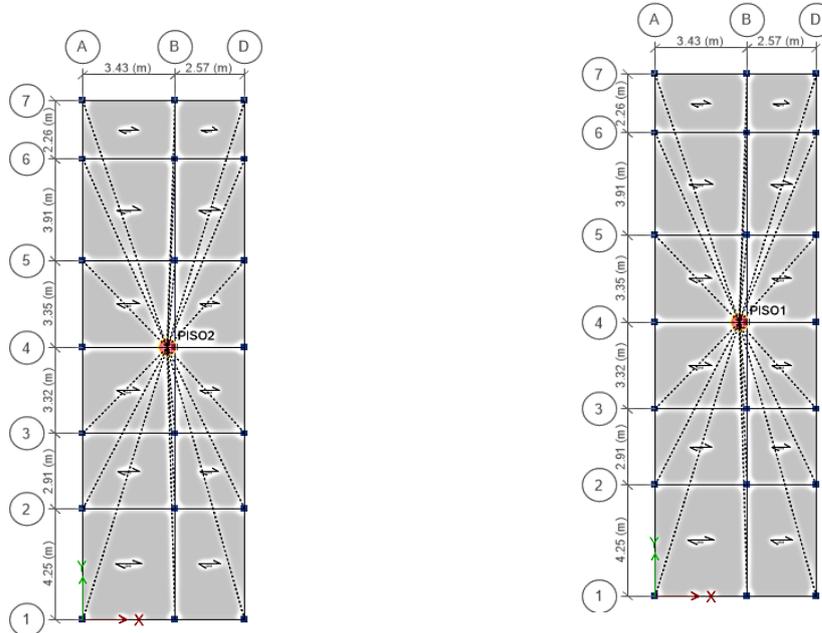


Figura 24. Diafragmas de la vivienda

11. Pasaremos a ver cómo actúa la masa o peso en nuestra edificación.

Donde:

Carga muerta= 100%= 1

Carga viva= 25% (Según Norma E030 – Sismorresistente) = 0.25

Artículo 26.- Estimación del Peso (P)

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

- a) En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.
- b) En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
- c) En depósitos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d) En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.

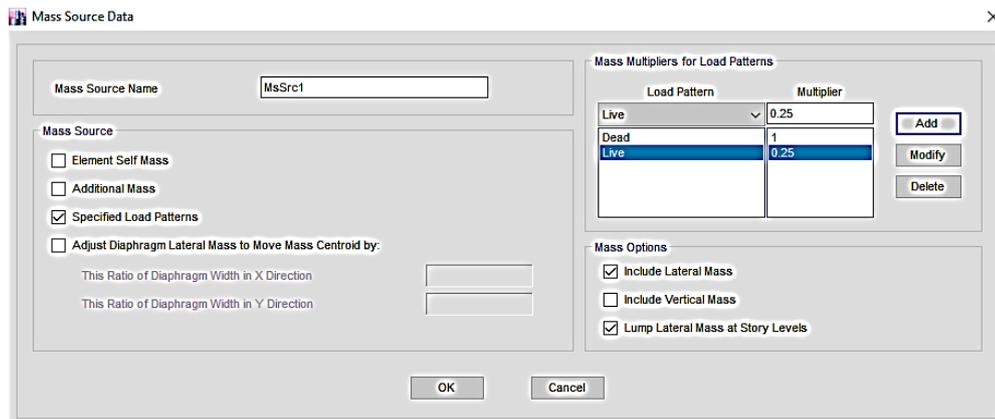


Figura 25. Estimación del peso de la vivienda

12. Parámetros para el diseño sísmico, Según la Norma E030 Diseño Sismorresistente. Donde tendremos en cuenta los siguientes datos para poder nuestro espectro respuesta:

Zona sísmica= Zona 4= 0.45

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Tabla N°12. Factores de zona

Tipo de suelo= S2

c) Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- c.1) Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT N_{60} , entre 15 y 50.
- c.2) Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada \bar{S}_u , entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Figura 25. Perfil del Suelo Tipo S2

Factor de Suelo "S", Periodos "Tp" y "Tl"

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

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	1,8

Tabla N°13. Factor de Suelo y Periodos

Categoría de la Edificación= Tipo C

Este tipo de edificaciones son para viviendas y construcciones comunes.

Tabla N° 6 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo nomado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Tabla N°14. Categoría de las edificaciones

Como el lote 19, del sector 6 del distrito de Villa el Salvador, pertenece a un sistema estructural de albañilería confinada, hallaremos en la tabla el coeficiente básico de reducción, y a su vez tomaremos en cuenta la irregularidad tanto en altura como en planta. Dando así, los siguientes valores:

R= 3

Ia= 0.9

I_p= 1

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_d (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
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	7(**)

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.
 (***) Para diseño por esfuerzos admisibles.

Tabla N°15. Sistema Estructural

Donde nuestro espectro de sismo será como resultado la siguiente gráfica, tanto para el Eje “X”, como para el Eje “Y”

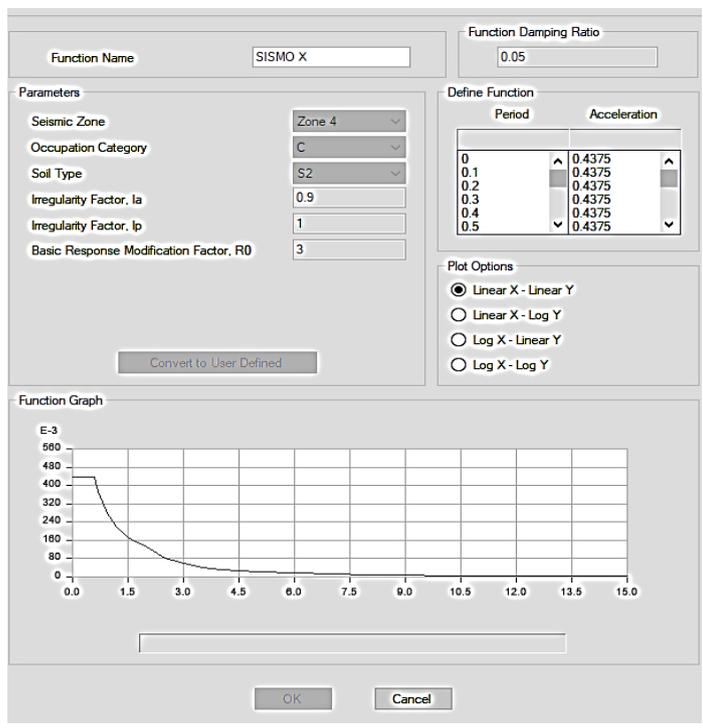


Figura 26. Espectro sísmico en el eje X

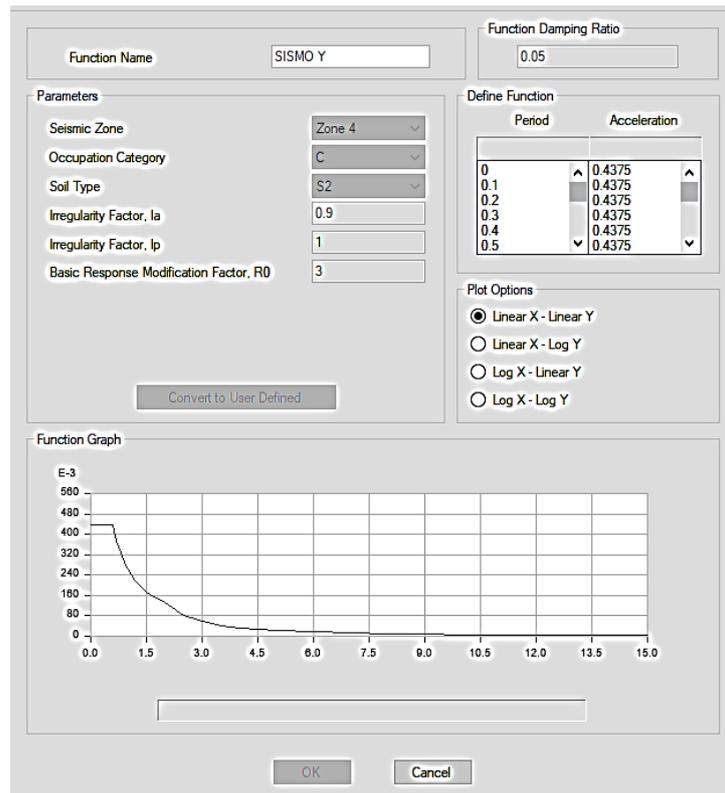


Figura 27. Espectro sísmico en el eje Y

13. Se empezará a colocar las combinaciones para el diseño. Según Norma E060, Norma de concreto armado. Donde las combinaciones son:

Combo 01:

$$U = 1.40CM + 1.70CV$$

Combo 02:

$$U = 1.25CM + 1.25CV + EX$$

Combo 03:

$$U = 1.25CM + 1.25 CV - EX$$

Combo 04:

$$U = 1.25CM + 1.25CV + EY$$

Combo 05:

$$U = 1.25CM + 1.25CV - EY$$

Combo 06:

$$U = 0.90CM + EX$$

Combo 07:

$$U = 0.90CM - EX$$

Combo 08:

$$U = 0.90CM + EY$$

Combo 09:

$$U = 0.90CM - EY$$

Combo 10:

$$U = \text{Envolvente}$$

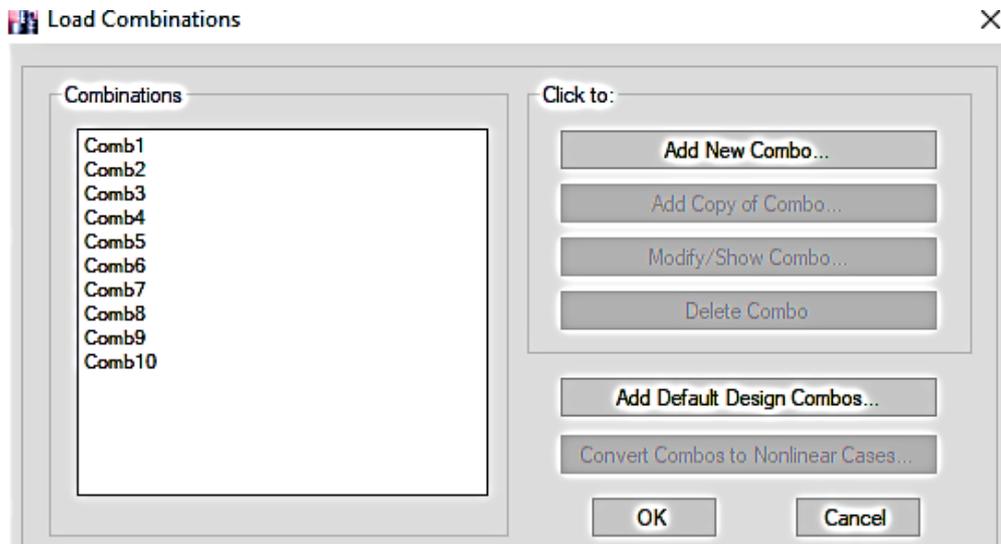


Figura 28. Combinación de cargas para el diseño

14. Una vez definidas las cargas pasaremos a ver el análisis con el programa Etabs para poder identificar los desplazamientos.

Donde, tendremos como referencia, lo mencionado por la norma E030 Diseño sismorresistente.

5.1 Determinación de Desplazamientos Laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0,75 R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 4.5.2 ni el cortante mínimo en la base especificado en el numeral 4.6.4.

Figura 29. Determinación de desplazamientos laterales

Sabiendo que:

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio
PISO 2	SISM-XX Max	X	0.1121	0.0936	1.198
PISO 1	SISM-XX Max	X	0.0802	0.0667	1.202

Figura 30. Desplazamiento en el eje X

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio
PISO 2	SISM-YY Max	Y	0.0896	0.0882	1.016
PISO 1	SISM-YY Max	Y	0.0651	0.064	1.016

Figura 31. Desplazamiento en el eje Y

Los desplazamientos tanto en el Eje “X” y “Y” respectivamente, deben cumplir según lo dicho por el Reglamento Nacional de Edificaciones. Este hecho nos lleva a nuestro siguiente recuadro. Donde tendremos que tomar en cuenta el análisis de los desplazamientos en los dos ejes.

NÚMERO DE PISOS	DESPLAZAMIENTO	REGULAR	0.75	H	DERIVA "X"
		IRREGULAR	1		
PISO 2	0.1121	0.30267	0.08613	270	0.000319
PISO 1	0.0802	0.21654	0.21654	270	0.000802

NÚMERO DE PISOS	DESPLAZAMIENTO (CM)	REGULAR	0.75	H (CM)	DERIVA "Y"
		IRREGULAR	1		
PISO 2	0.0896	0.24192	0.06615	270	0.000245
PISO 1	0.0651	0.17577	0.17577	270	0.000651

Tabla N°16. Desplazamiento de la edificación

Estos resultados deben ser menor a 0.005 que es el límite de distorsión entrepiso para albañilería.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Tabla N°17. Límites para la distorsión del entrepiso

Por tanto, la distorsión del entrepiso en nuestra vivienda de estudio, ubicada en el distrito de Villa el Salvador, Lote 19. Cumple con lo permitido en la norma E030 de diseño sismorresistente ya que no sobrepasa los 0.005 del material predominante, en este caso, albañilería.

15. Por último, pasaremos a verificar que nuestras vigas y columnas estén diseñadas de manera adecuada. El programa nos dará dos resultados, de los cuales se interpretarán de la siguiente manera.

- Aquellos elementos que estén en color negro, no requieren de ningún tipo de refuerzo. Por ende, tienden a tener mayor resistencia.
- Los elementos estructurales que estén de color rojo, requieren de algún tipo de refuerzo o aumento de tamaño.

Mediante este proceso, nuestra estructura presenta una resistencia inadecuada. Debido a que las vigas y columnas están representadas de color rojo, lo cual indica que no se encuentra bien diseñada.

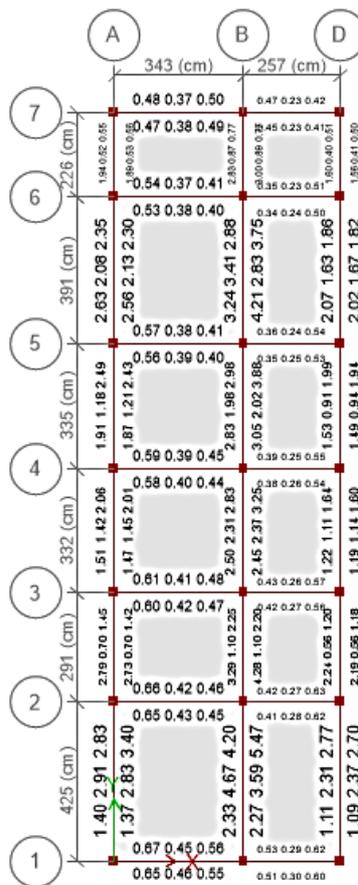


Figura 32. Verificación de los elementos estructurales

1. Identificaremos la infraestructura de la vivienda ubicada en el sector 6, grupo 4, manzana M, Lote22 del distrito de Villa el Salvador. La cual cuenta con las siguientes características.

Sistema Estructural: Albañilería Confinada.

Material Predominante: Albañilería Confinada (Unidades de ladrillos de arcilla).

Niveles: 2 pisos.

Uso: Vivienda.

Ubicación: Villa el Salvador.

Categoría: Tipo C

Tomaremos en cuenta las siguientes dimensiones en el eje X y Y con el fin de proporcionar los datos adecuados de nuestra vivienda de estudio. Con ello, entender las medidas, la distancia de cada piso y el distanciamiento existente entre columna. Para así poder ir iniciando nuestro dimensionamiento con el programa Etabs.

Grid ID	X Ordinate (cm)	Visible	Bubble Loc
A	0	Yes	End
B	300	Yes	End
D	583	Yes	End

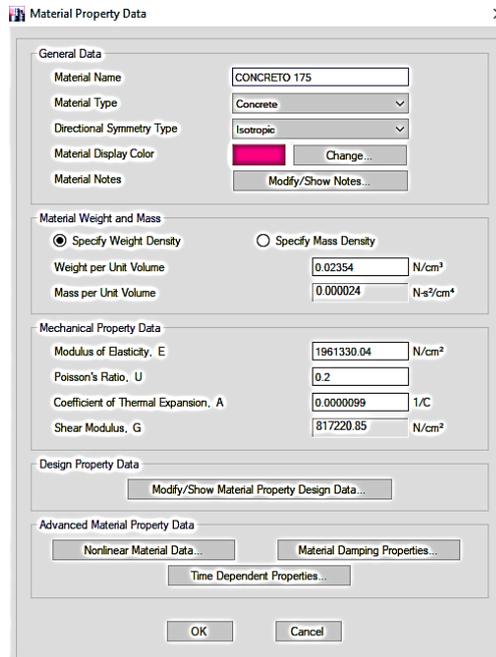
Grid ID	Y Ordinate (cm)	Visible	Bubble Loc
1	0	Yes	Start
2	239	Yes	Start
3	375	Yes	Start
4	573	Yes	Start
5	863	Yes	Start
6	1063	Yes	Start

Figura 33. Sistema de grillas

	Story	Height cm	Elevation cm	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height cm	Story Color
▶	PISO 2	270	540	No	None	No	0	Red
	PISO 1	270	270	Yes	None	No	0	Magenta
	Base		0					Grey

Figura 34. Cantidad de pisos

2. Definiremos el tipo de material que se usará para la edificación. Como también la resistencia del concreto que se toma en cuenta, en este caso el $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, a su vez contamos con el peso específico del concreto y el módulo de elasticidad.

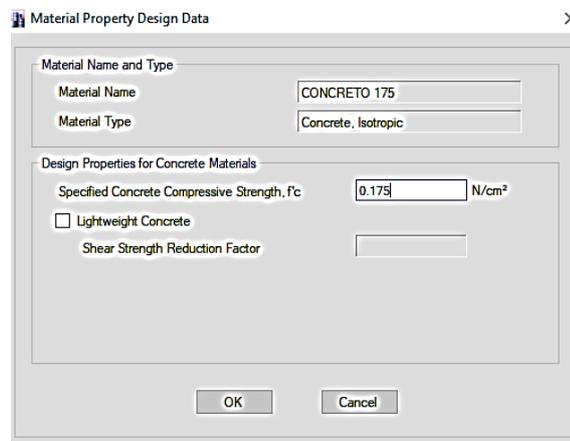


The dialog box 'Material Property Data' is divided into several sections:

- General Data:** Material Name: CONCRETO 175; Material Type: Concrete; Directional Symmetry Type: Isotropic; Material Display Color: (pink color swatch); Material Notes: (empty field).
- Material Weight and Mass:** Radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'.
 - Weight per Unit Volume: 0.02354 N/cm³
 - Mass per Unit Volume: 0.000024 N-s²/cm⁴
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 1961330.04 N/cm²
 - Poisson's Ratio, U: 0.2
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.000099 1/C
 - Shear Modulus, G: 817220.85 N/cm²
- Design Property Data:** (Empty section with a 'Modify/Show Material Property Design Data...' button).
- Advanced Material Property Data:** (Empty section with buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...').

Buttons: OK, Cancel.

Figura 35. Definición de las propiedades de los materiales



The dialog box 'Material Property Design Data' contains:

- Material Name and Type:** Material Name: CONCRETO 175; Material Type: Concrete, Isotropic.
- Design Properties for Concrete Materials:**
 - Specified Concrete Compressive Strength, f_c : 0.175 N/cm²
 - Lightweight Concrete
 - Shear Strength Reduction Factor: (empty field)

Buttons: OK, Cancel.

Figura 36. Definición de las propiedades de los materiales

3. Posteriormente, se requerirá crear una nueva pestaña para el nuevo material que permitirá modelar el programa Etabs, en este caso hablamos sobre el material predominante en las viviendas, albañilería confinada. Donde se usará el reglamento nacional de edificaciones, la Norma E70 y Norma E020 para poder tener los siguientes datos:
- Peso específico para la albañilería= 1800 kg/m³
 - Resistencia a la compresión de la albañilería= 65 kg/cm²
 - Módulo de elasticidad de la albañilería= 32500 kg/cm²

Figura 37. Definición de las propiedades de los materiales de albañilería

Figura 38. Definición de las propiedades de los materiales de albañilería

4. Dimensionaremos las vigas y columnas para realizar el modelamiento y así entender más el comportamiento sismorresistente de estos elementos estructurales. Según lo indicado por el plano de nuestra vivienda, lote 19 del distrito de Villa el Salvador.

De tal manera, haremos lo mismo para poder definir la losa aligerada y así aplicarlo en nuestro modelamiento.

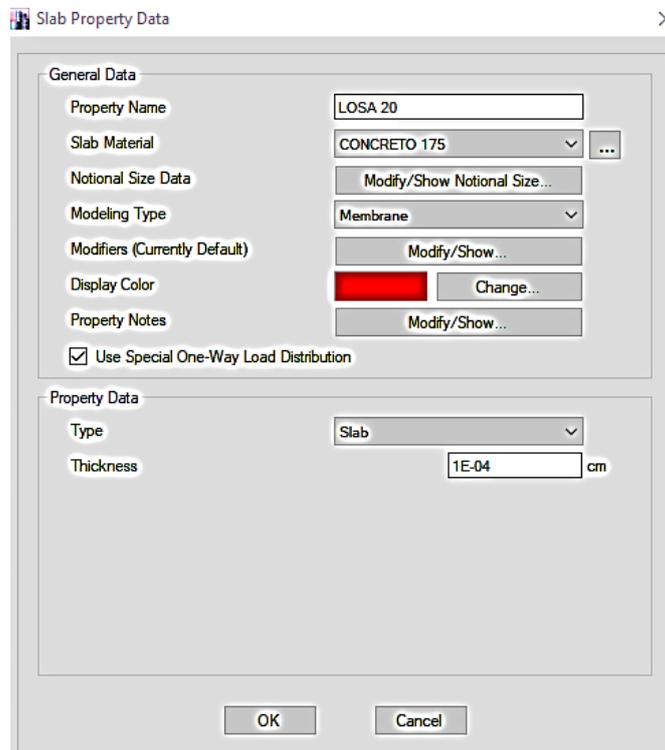
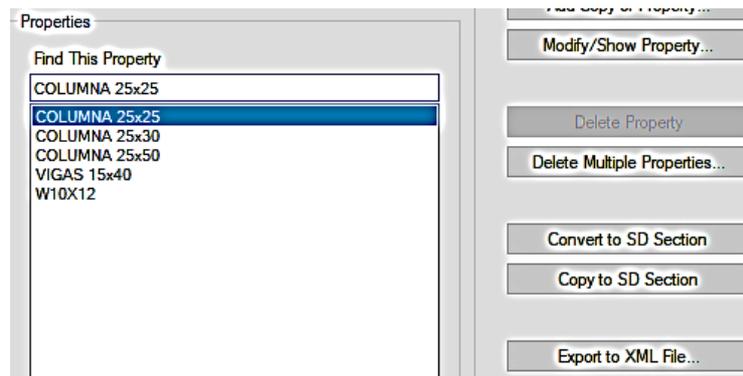


Figura 39. Dimensionamiento de vigas, columnas y definición de losa aligerada

- Designación de carga muerta y carga viva para la losa aligera, tomando en cuenta la Norma de cargas – E 020.

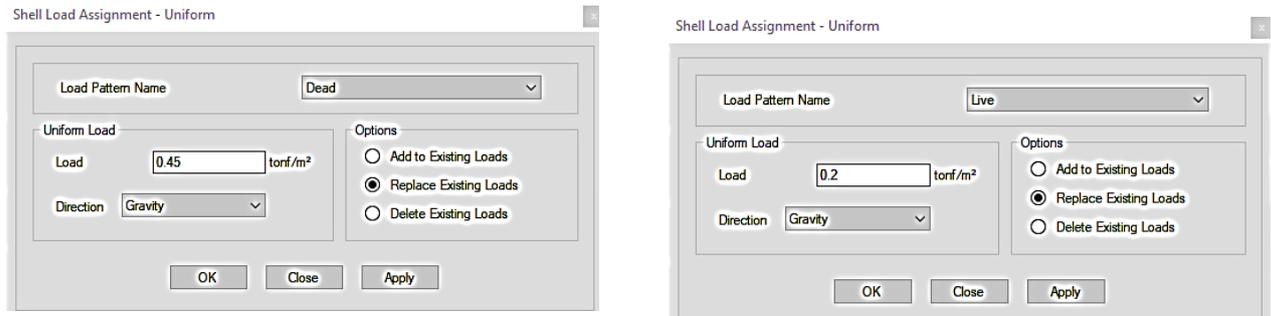


Figura 40. Designación de cargas

Tal es así, que empezaremos a considerar los diafragmas rígidos de la vivienda. Ya que estos amarrarán las vigas y columnas en los dos pisos de nuestra edificación estudiada.

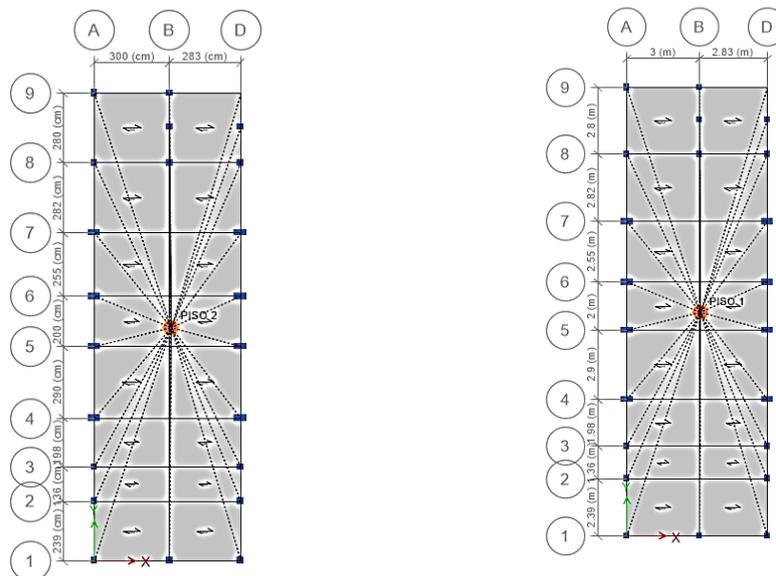


Figura 41. Diafragmas

6. Según la norma E 030, norma de diseño sismorresistente, la carga muerta será igual al 100% equivalente a 1, mientras que la carga viva será similar al 25%, 0.25. Para poder entender el comportamiento de la masa o peso en nuestra edificación.

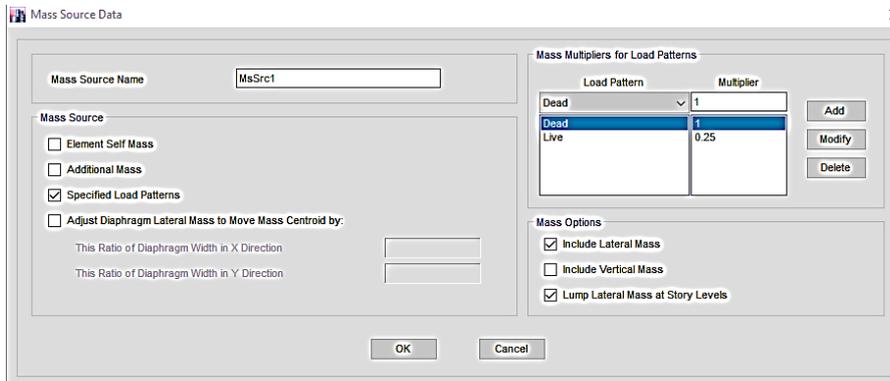


Figura 42. Masa de la edificación

Una vez definidas las masas que van a participar en la edificación, se definirá los parámetros del diseño sísmico para hacer un modelo dinámico hallando el espectro de diseño en el eje X y Y.

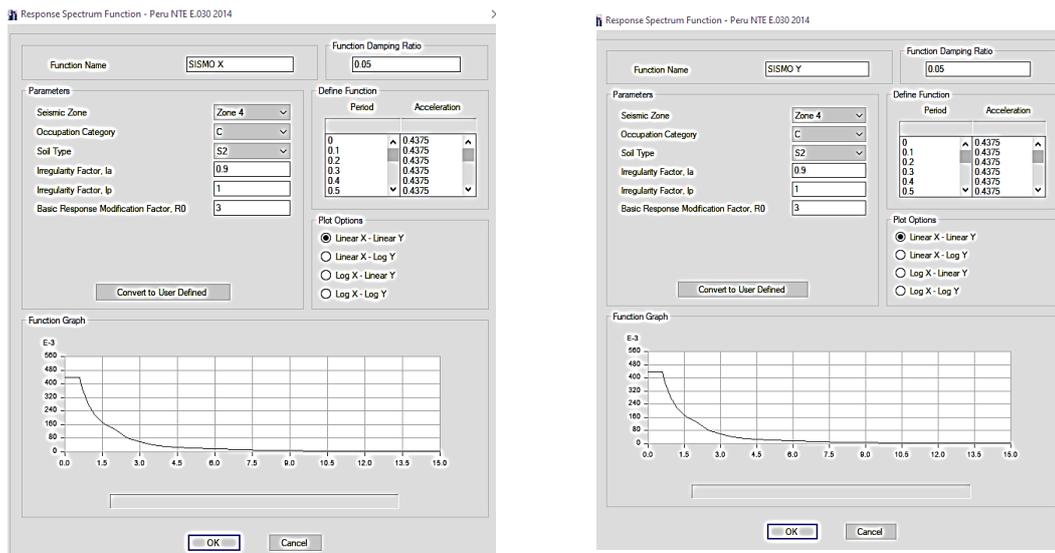


Figura 43. Parámetros de diseño sísmico

7. Se hallará los desplazamientos máximos permitidos, según lo que nos indique el reglamento nacional de edificación con la Norma E 030 de diseño sismorresistente. Donde tendremos nuestras derivas máximas en el eje X, Y.

Story Max/Avg Displacements						
1 de 2 Reload Apply						
	Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio
▶	PISO 2	SISMO XX Max	X	0.1079	0.1074	1.005
	PISO 1	SISMO XX Max	X	0.0501	0.0491	1.02

Story Max/Avg Displacements						
1 de 2 Reload Apply						
	Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio
▶	PISO 2	SISMO YY Max	Y	0.1136	0.112	1.014
	PISO 1	SISMO YY Max	Y	0.0658	0.065	1.012

Figura 44. Desplazamientos en el eje X y Y

Análisis de desplazamientos permitidos por la Norma E 030. Los resultados obtenidos en el siguiente recuadro, deben ser menor a 0.005 que el límite de distorsión de entre piso.

NÚMERO DE PISOS	DESPLAZAMIENTO	REGULAR	0.75	H	DERIVA "X"
		IRREGULAR	1		
PISO 2	0.1079	0.29133	0.15606	270	0.000578
PISO 1	0.0501	0.13527	0.13527	270	0.000501

NÚMERO DE PISOS	DESPLAZAMIENTO (CM)	REGULAR	0.75	H (CM)	DERIVA "Y"
		IRREGULAR	1		
PISO 2	0.1136	0.30672	0.12906	270	0.000478
PISO 1	0.0658	0.17766	0.17766	270	0.000658

Tabla N°18. Desplazamiento de la edificación

8. Por último, se requerirá de colocar las combinaciones para el diseño sismorresistente de la vivienda informal. Con el fin de poder modelar la vivienda y ver qué elementos estructurales, como son vigas y columnas de la edificación, requiere de reforzamiento.

Combo 01:

$$U= 1.40CM + 1.70CV$$

Combo 02:

$$U= 1.25CM + 1.25CV + EX$$

Combo 03:

$$U= 1.25CM + 1.25 CV - EX$$

Combo 04:

$$U= 1.25CM + 1.25CV + EY$$

Combo 05:

$$U= 1.25CM + 1.25CV - EY$$

Combo 06:

$$U= 0.90CM + EX$$

Combo 07:

$$U= 0.90CM - EX$$

Combo 08:

$$U= 0.90CM + EY$$

Combo 09:

$$U= 0.90CM - EY$$

Combo 10:

$$U= Envolverte$$

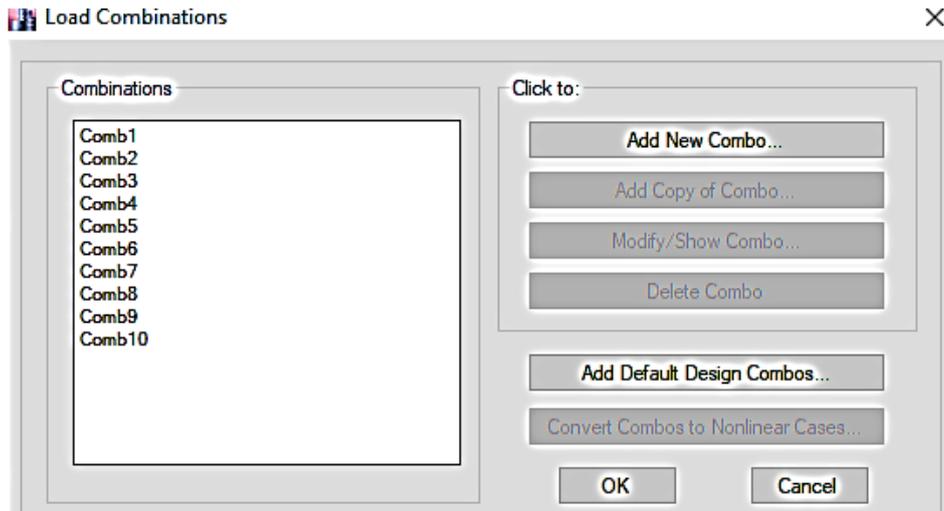


Figura 45. Combinación de cargas

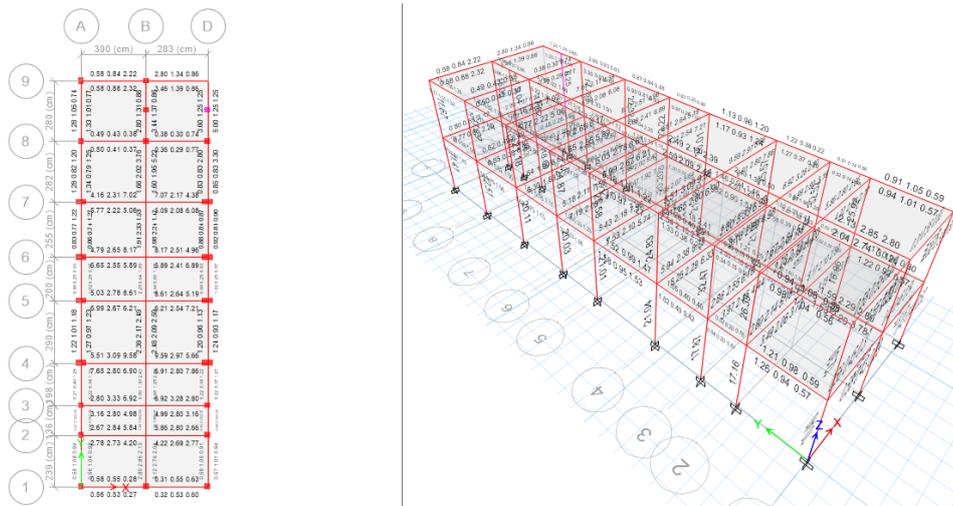


Figura 46. Resultado de la verificación de los elementos estructurales

Al realizar el comportamiento sismorresistente en nuestra vivienda de estudio, nos daremos cuenta que el programa Etabs brindará dos respuestas condicionadas para luego poder interpretarla de la siguiente manera. Entendiendo así, que las vigas y columnas de la edificación van a requerir del reforzamiento.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Uno de los requisitos principales en mi investigación, es no sobrepasar el límite de desplazamientos laterales, es decir que se debe cumplir según lo permitido por el reglamento nacional de edificaciones, la norma de diseño sismorresistente E - 030. Donde nos indica que, para el material predominante de nuestra edificación, en este caso es una vivienda informal de albañilería. El desplazamiento máximo debe ser de 0.005. Si mi edificación llegase a sobrepasar este límite, ésta tendría a desplazarse a un punto donde ya no podría encontrarse en su estado normal.

De tal manera, el resultado obtenido en la vivienda ubicada en el distrito de Villa el Salvador, Sector 6, Grupo 4, Manzana M, Lote 19. Se encuentra cumpliendo con lo permitido según norma de diseño sismorresistente. Ya que los datos obtenidos en nuestros resultados, fueron menores a lo mencionado, tanto en el eje X y Y por la norma E030 (Artículo 32).

NÚMERO DE PISOS	DESPLAZAMIENTO	REGULAR	0.75	H (CM)	DERIVA "X"
		IRREGULAR	1		
PISO 2	0.1121	0.30267	0.08613	270	0.000319
PISO 1	0.0802	0.21654	0.21654	270	0.000802

NÚMERO DE PISOS	DESPLAZAMIENTO (CM)	REGULAR	0.75	H (CM)	DERIVA "Y"
		IRREGULAR	1		
PISO 2	0.0896	0.24192	0.06615	270	0.000245
PISO 1	0.0651	0.17577	0.17577	270	0.000651

Para Amoros, cuya tesis fue evaluada para discutir los resultados y así poder analizar los cambios obtenidos.

La edificación de este autor cuenta con un desplazamiento máximo de 0.007. Esto quiere decir, que cumple con una mayor resistencia, ya que el material predominante es de concreto armado.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Dirección	Nivel	h (m)	D (m)	Deriva	Deriva %
X	1	4.000	0.090	0.022	2.248
	2	8.064	0.209	0.026	2.594

Dirección	Nivel	h (m)	D (m)	Deriva	Deriva %
Y	1	4.000	0.053	0.013	1.314
	2	8.064	0.159	0.020	1.968

Como podemos observar, las derivas indicadas por el autor cuentan con un mayor desplazamiento a diferencia del análisis que he elaborado. Esto se debe por el distinto tipo de materiales predominantes y por la tipología de edificación. Ya que mi vivienda se trata de una edificación unifamiliar que está construida de manera informal y la del autor Amoros, se basa en una institución educativa. Sin embargo, con respecto a los desplazamientos, el autor menciona que es algo muy común que este tipo de construcciones supere el límite permisible. Debido a que es algo muy común en estructuras con sistemas aporticados. Por ende, se requiere reforzar la estructura.

Discusión 2: El investigador Baldeon de la Universidad César Vallejo, realizó un modelamiento estructural con el programa Etabs, donde indicó los desplazamientos de las viviendas estudiadas, estas, al igual que mi vivienda de estudio. Cuentan con un desplazamiento adecuado. De acuerdo a lo permitido por la Norma – E030, de diseño sismorresistente. Por lo que, no cuentan con ningún problema de derivas al momento de poder analizarla. Sabiendo que estas no deben pasar el límite permitido.

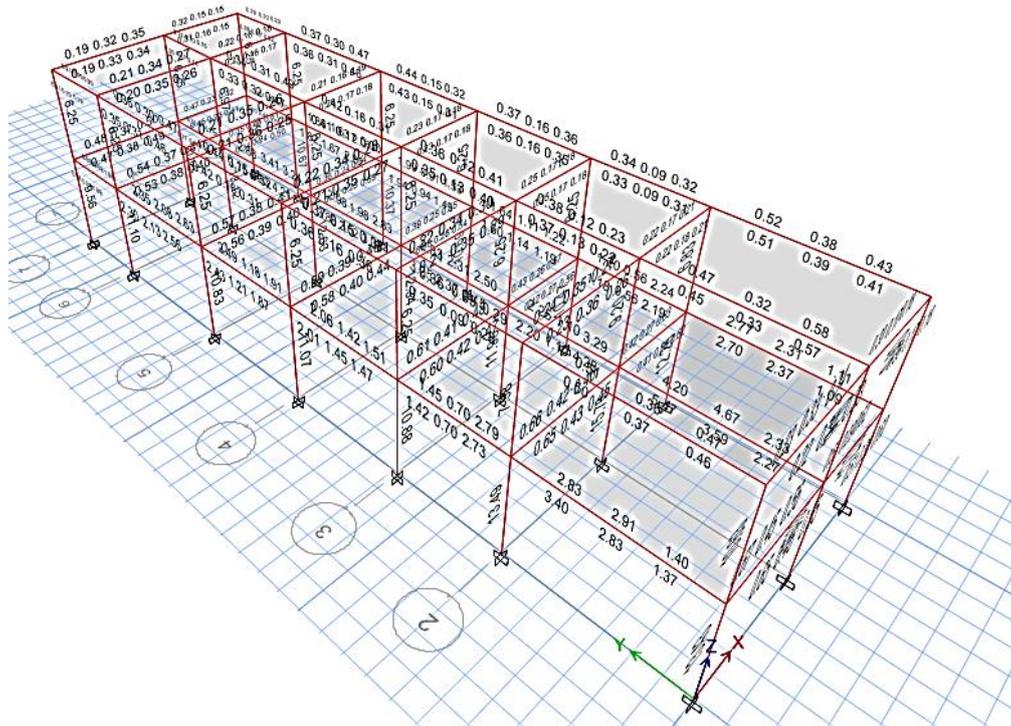
	Análisis estático	Análisis dinámico		Centro de masa		Desplazamiento
	cortante basal	VX	VY	XCM	YCM	X
	Ton/f	Ton/f	Ton/f	metros	metros	(D/he)m.
Vivienda 1	50.4926	29.965	35.5891	3.2416	10.035	0.000444
Vivienda 2	45.7939	28.195	28.9528	3.613	9.001	0.000338

NÚMERO DE PISOS	DESPLAZAMIENTO	REGULAR	0.75	H	DERIVA "X"
		IRREGULAR	1		
PISO 2	0.1079	0.29133	0.15606	270	0.000578
PISO 1	0.0501	0.13527	0.13527	270	0.000501

NÚMERO DE PISOS	DESPLAZAMIENTO (CM)	REGULAR	0.75	H (CM)	DERIVA "Y"
		IRREGULAR	1		
PISO 2	0.1136	0.30672	0.12906	270	0.000478
PISO 1	0.0658	0.17766	0.17766	270	0.000658

Este estudio realizado coincide mucho con mi vivienda informal modelada. Ya que estas dos viviendas, tanto para el investigador Baldeon y como mi persona. Presentan irregularidades en su estructura, son viviendas autoconstruidas y la calidad de los materiales no ha sido las adecuadas.

Discusión 3: Se llegó a analizar dos elementos estructurales, fundamentales para mi vivienda de estudio. Estos elementos cumplen un rol principal frente a fuerzas sísmicas. Al momento de realizar el modelamiento, se llegó a hallar los siguientes resultados para las vigas y columnas. Donde encontramos que la vivienda del distrito de Villa el Salvador, requiere de refuerzos. Puesto que estos no se encuentran bien diseñados.



Por otro lado, Amoros indica que frente a un sismo de una magnitud considerable. Su proyecto investigado presentaría daños en elementos estructurales, dentro de los cuales se encuentran las vigas y columnas, como también. Los elementos no estructurales llegarían a mostrar daños severos. Esto conllevaría a las reparaciones y reforzamientos en la edificación con el fin de volver a tener disponibilidad para su uso.

Discusión 4: Los resultados que se obtuvieron al realizar el comportamiento sismorresistente con el programa Etabs para la vivienda informal fueron los esperados, ya que estas viviendas no cuentan con ningún tipo de estudio previo y posterior a ello, no existe alguna intervención por parte de algún experto al momento de realizar la construcción para nuestra vivienda. Tal es así, que requiere de refuerzo para que los elementos estructurales trabajen de buena manera, con el fin de evitar el colapso, rajaduras, grietas y fallas que podrían ocasionar pérdidas humanas y económicas. Sin embargo, uno de los puntos que hay que destacar es que, pese a que no está cumpliendo con lo permitido por el reglamento nacional de edificaciones, cumple con lo permitido según las derivas máximas para la Norma E – 030.

VI. CONCLUSIONES

1. Como objetivo principal del presente estudio, se efectuó el comportamiento sismorresistente de viviendas informales usando el Software estructural Etabs en su versión 16, en el distrito Villa el Salvador 2020.
2. Los resultados del comportamiento sismorresistente con el programa Etabs en las viviendas informales del distrito de Villa el Salvador permitieron determinar los desplazamientos laterales o derivas de la estructura.
3. De acuerdo al análisis del modelo estructural de la vivienda, se observa que las derivas máximas fueron 0.000319 en el primer piso y 0.000802 en el segundo piso para el eje X como también 0.000245 y 0.000651 en el eje Y. Esto comprueba que ambas son menores que el límite permitido en la Norma E – 030 de 0.005. Por lo tanto, cumplen con lo permitido en dicha norma.
4. El software Etabs en su versión 2016 V.16, utilizado para evaluar y modelar nuestra vivienda de estudio, cumple con las expectativas técnicas para el análisis sismorresistente, integrando los parámetros normativos vigentes.
5. Se determinó que, la vivienda de estudio no cumple con el comportamiento sismorresistente ya que es una vivienda informal y con ello, no respetarían la norma E030 como tampoco lo mencionado por el reglamento nacional de edificaciones. De tal manera, su comportamiento sísmico está por debajo de lo permitido.
6. Se estableció que la vivienda informal o autoconstruida requiere del reforzamiento y/o mejoramiento en sus vigas y columnas, puesto que el programa Etabs en su versión 16 nos dio como resultado que el 100% de su estructura presenta deficiencia ante un sismo de magnitud considerable.

VII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar este tipo de análisis, es de gran ayuda y utilidad para la verificación de los desplazamientos y derivas de las estructuras. Sobre todo, es de gran interés para aquellas viviendas que no cuentan alguna intervención de un profesional en su proceso constructivo. Ya que esto nos garantiza la continuidad del servicio de la vivienda, después de haber ocurrido un evento sísmico.
2. Se recomienda continuar este tipo de análisis en aquellos distritos donde la construcción informal tiene hincapié en su totalidad. Con el fin de verificar si su desempeño sísmico es apropiado ante cualquier movimiento sísmico.
3. Reforzar las estructuras presentes en las viviendas autoconstruidas con lleva a salvaguardar y resguardar la vida de sus habitantes, de tal manera implicaría satisfacer las recomendaciones del reglamento nacional de edificaciones.
4. Se recomienda dotar a las viviendas futuras, principalmente en lugares donde rige la informalidad, con construcciones donde se respeta el uso del reglamento nacional de edificaciones y a su vez, donde pueda existir la intervención de un especialista del tema para poder evitar tragedias frente a un movimiento telúrico.
5. Se propone a los dueños de las viviendas estudiadas que es necesario mejorar la resistencia estructural. Debido a que las edificaciones tienen muchos años de construidas.
6. Se recomiendo considerar la evaluación profesional detallada de los elementos estructurales para así tomar en cuenta las dimensiones y medidas del reforzamiento requerido en dichas viviendas.

REFERENCIAS

AGUDELO, Carlos; RAMOS, Helmuth y MERCHÁN, Raúl. Hacia el mejoramiento de las prácticas de construcción en la producción informal de vivienda: el caso del proyecto Construya, de Swisscontact [en línea] Colombia: Revista Traza (10), 2014.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/294799754_Hacia_el_mejoramiento_de_las_practicas_de_construccion_en_la_produccion_informal_de_vivienda_el_caso_del_proyecto_Construya_de_Swisscontact

ISSN: 2216-0647

BALDEON, Miguel. Evaluación de vulnerabilidad sísmica y autoconstrucción de viviendas de la urbanización Carabayllo de Comas, 2016. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21732>

CALVI et al., Development of Seismic Vulnerability Assessment Methodologies over the past 30 years. [en línea] Italia: ISET Journal of Earthquake Technology, Paper No. 472, Vol. 43, 2006.

Disponible en:

[https://canterbury.royalcommission.govt.nz/documents-by-key/20120614.4534/\\$file/ENG.ISET.0001.pdf](https://canterbury.royalcommission.govt.nz/documents-by-key/20120614.4534/$file/ENG.ISET.0001.pdf)

CARA, Selma. Seismic risk assessment at Emergency Limit Condition of urban neighbourhoods: application to the Eixample District of Barcelona. Tesis (título de master en ingeniería civil). España: Escola de Camins UPC Barcelonatech, 2016.

Disponible en:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100310/TFM%20cara.pdf>

COMPUTERS Y ESTRUCTURES INC, Spain. Etabs. [fecha de consulta: 06/11/2019]. Disponible en: <https://www.csiespana.com/software/2/etabs>

DEL CASTILLO Museo, Andrés. La Sismología en Sudamérica y los Mecanismos de Prevención y Mitigación del Peligro y Riesgo Sísmico. Lima: Asociación Andrés del Castillo, 2011. 263pp.

ISBN: 9786124610707

ELBETAR, Sameh y ISSA, Mohamed. Seismic Retrofit of Existing Reinforced Concrete Framed Buildings. Building Engineer [en línea]. Egipto: Housing and Building National Research Center, 2017. [fecha de consulta: 26/10/2019].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/318700770_Seismic_Retrofit_of_Existing_Reinforced_Concrete_Framed_Buildings

FERNÁNDEZ, Alan. y PÁRRAGA, Cintia. Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos de Centros Educativos de Huancayo Metropolitano. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2013.

Disponible en:

<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/439>

FLORES, Roberto. Diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones en Lima. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2002.

Disponible en:

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/5668>

GASPAR, Garza. Escalas sísmicas y características 2da ed. México: Editorial Trillas, 2007, 149pp.

ISBN: 9789682475528

LANG, Kerstin. Seismic Vulnerability of Existing Buildings. [en línea]. Zürich: Hochschulverlag, 2002. [fecha de consulta: 15/11/2019].

Disponible en:

ISBN: 3-7281-2840-6

LOPEZ, Andrés. Guía para las viviendas construidas de manera informal en V.E.S. Perú: CAF- banco de desarrollo de América Latina, 2014, 143pp.
ISBN: 9789807644785

LLANOS, Lina y VIDAL, Lina. Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Escuelas Públicas de Cali: Una Propuesta Metodológica. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Santiago de Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, 2003.
Disponible en:
<https://bit.ly/3AUaK9e>

LOVE, T.W. Historia sísmica en el Perú 2da ed. Perú: Editorial Trillas, 2006, 173pp.
ISBN: 9789682475054

MEDINA, Luis. Análisis sismorresistente de un edificio de cinco niveles ubicado en la comuna de Tomé de la Universidad Católica de la Santísima Concepción de Chile. Tesis (maestría en ingeniería aplicada – estructuras). Chile: Universidad Católica, 2016.
Disponible en:
<http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41547>

MENA, Ulises. Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas. Tesis (Doctorado en Ingeniería Sísmica y Dinámica Estructural). Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2002.
Disponible en:
<https://www.tdx.cat/handle/10803/6222#page=1>

MORALES, Roberto. Diseño en Concreto Armado 3era ed. Perú: Editorial: ICG, 2006, 226pp.
ISBN: 98564123663

MORALES, Nelson y SATO, José. Vulnerabilidad sísmica del componente organizativo y funcional de grandes hospitales. [en línea]. Perú: Revista Peruana

de Medicina Experimental y Salud Pública, 2008. [fecha de consulta: 01/11/2019].

Disponible en:

<https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/1267/126>

ISSN: 17264642

NOSTRAND Reihold, Reinhold. Structural Dynamics, theory and computation, third edition. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc. 1992. 648pp.

ISBN: 842914854X

NORMA Técnica E.030. Diseño sismorresistente. Perú: 2017, 32pp.

PAREDES, Leonardo. Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad de Ciencias Aplicadas, 2016.

Disponible en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/620673>

PINTO, Leonardo. Vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas ante un evento sísmico de gran magnitud en el distrito de Paucarpata (A.H. Altos Jesús) – Arequipa. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Católica de Santa María, 2019.

Disponible en:

<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9521>

POLO, Andy. La autoconstrucción y su incidencia sobre los perjuicios ocasionados a los ocupantes del asentamiento humano Señor de los Milagros 2da zona Collique – Lima 2017. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/44556>

PRODIP, Sarkar. Seismic vulnerability assessment of Existing concrete building. [en línea]. Indian: Construction and Building Materials, 2006. [fecha de consulta: 06/11/2019].

Disponible en:

https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6874/1/Prodip_sarkar-Simplified%20indexes.pdf

ISSN: 09500618

<http://repositorio.upc.edu.pe/handle/UPC/0142200>

PRODIP Kumar, Sarkar. Seismic Vulnerability Assessment of Existing Concrete Building. Tesis (master de ingeniería civil). India: Indian Institute of Engineering Science and Technology, Shibpur, 2015.

QUIROZ, Luis y VIDAL, Lindaura. Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica Estructural en Edificaciones Conformadas por Sistemas a Porticados y de Albañilería Confinada en el Sector de la Esperanza Parte Baja – Trujillo. 2014. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.

Disponible en:

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/1146>

RAMOS, Julio. Riesgo sísmico en edificaciones autoconstruidas sobre suelos arenosos en el sector III del Distrito de Villa el Salvador, 2018. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/14989>

RUIZ, Miguel. Evaluación de la resistencia sísmica de un sistema estructural para viviendas de dos pisos construidos con paneles prefabricados livianos. Tesis (maestría en ingeniería aplicada – estructuras). Ecuador: Universidad Javeriana, 2015.

Disponible en:

<http://cdigital.uv.edu/handle/123456789/41547>

SAUTER, Frank. Fundamentos de ingeniería sísmica v.1 1ª ed. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1989. 271pp.

ISBN: 9977660387

SAFINA, M. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico. España: Universitat Politècnica de Catalunya, 2003, 624pp.

ISBN: 8468815748

Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/6226#page=1>

SAMANIEGO, L., & RIOS, J. Estudio de la vulnerabilidad sísmica del distrito de Rímac en la ciudad de Lima, Perú. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2005.

SARRIA Molina, Alberto. Ingeniería Sísmica 1ª ed. Colombia: Universidad de los Andes, 1990. 610pp.

ISBN: 9589057136

SARRIA Molina, Alberto. Introducción a la Ingeniería Civil. Colombia: Universidad de los Andes, 1999. 271pp.

ISBN: 9586009351

SHAKYA, Tom. Seismic Vulnerability Assessment of Slender Masonry Structures. Tesis (Título de Ingeniería Estructural). Suiza: Institute of Structural Engineering Swiss Federal Institute of Technology, 2002.

Disponible en:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004333389>

SILVA, Natalia. Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales, evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región metropolitana. Tesis (Maestría en Geofísica). Chile: Universidad de Chile, 2011.

Disponible en:

http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-silva_nb/pdfAmont/cf-silva_nb.pdf

SOBOYEJO, Wolé. Mechanical Properties of Engineered Materials [en línea]. New York: Marcel Dekker, Inc., 2003 [fecha de consulta: 06/10/2019].

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=jcD_K-

WOS1kC&pg=PA83&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false

ISBN: 0-824-8900-8

SOTO, Edelmira. Comparación de los métodos: FEMA 154, Hirosawa y demanda – resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa – baños del inca. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Privada del Norte, 2018.

TACAS, Kiyoshi. Vulnerabilidad Sísmica del Puente Primavera. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2018.

Disponible en:

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/13758>

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Referencias estilo ISO 690 y 690 – 2. Perú: Fondo Editorial UCV, 2017, 34pp.

Disponible en:

https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf

YSLA, Fiorella. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas del sector San Gabriel, Alto Distrito Villa María del Triunfo – Lima 2018. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Yamin, Luis; Hurtado, Álvaro; Rincon, Raúl; Dorado, Juan y Reyes, Juan. Probabilistic seismic vulnerability assessment of buildings in terms of economic losses [en línea] Colombia: Department of Civil and Environmental Engineering, Universidad de los Andes, 2017. [fecha de consulta: 27/10/2019].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029617303875>

ISSN 0141-0296

ZAMBRANO Rojas, Katherine. Comparación de los Ensayos de Diamantina y Esclerometría de la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil – Cajamarca. Tesis (título de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA.

“Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿Cómo será el comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020?	Evaluar las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020.	El comportamiento sismorresistente de viviendas informales no cumple con los parámetros normativos, Villa el Salvador 2020.	Viviendas Informales	Configuración Estructural	Geometría	Análisis Computarizado Software Etabs v.16
					Rigidez	
					Simetría	
				Calidad de la construcción	Materiales empleados	
Mano de obra						
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Cuál será las derivas, distorsión entre piso y espectros de diseño para las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020?	Realizar las derivas, la distorsión entre piso y espectros de diseño para las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020.	Se determina los parámetros para la las derivas, la distorsión entre piso y espectros de diseño de las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020.	Comportamiento Sismorresistente	Análisis Sísmico	Derivas	
					Distorsión de entre piso	
					Espectros de diseño	
¿Cuál será el resultado de analizar las vigas y columnas para las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020?	Realizar los análisis de vigas y columnas para las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020.	Se determina los parámetros para las vigas y columnas de las viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020.		Análisis Estructural	Vigas	
			Columnas			

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

“Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020”.

VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
Viviendas Informales	“La construcción de la casa o el proceso de la construcción realizado directamente por su propio usuario (Individual, familiar o colectivo) sin ningún estudio o conocimiento previo” (Orihuela. 1993, p15).	Nuestro estudio presenta construcciones informales, donde no cuentan con ningún tipo de asesoría técnica al momento de realizar el proceso constructivo.	Configuración Estructural	Geometría	Razón
				Rigidez	
				Simetría	
			Calidad de la construcción	Materiales Empleados	
				Mano de Obra	

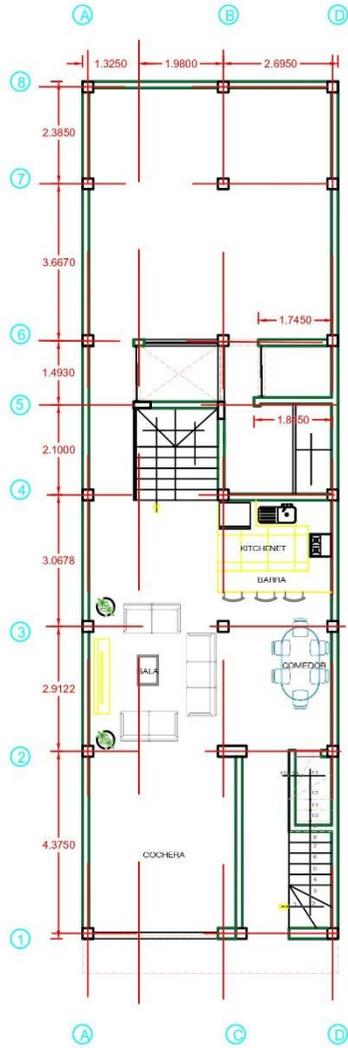
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

“Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020”.

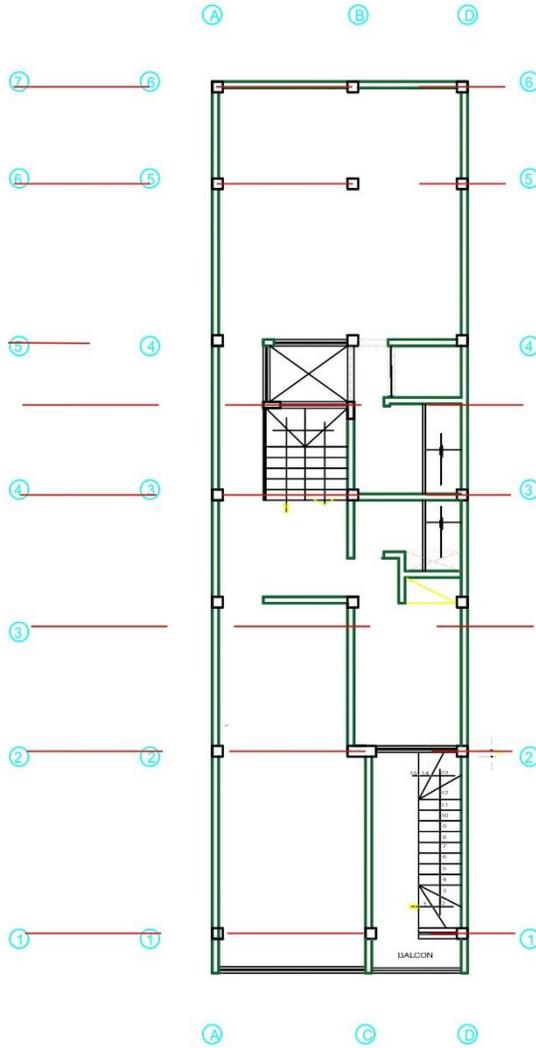
VARIABLE DEPENDIENTE (Y)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
Comportamiento Sismorresistente	"Es el estudio detallado que permite conocer la susceptibilidad de la edificación de sufrir un determinado nivel de daño ante un movimiento sísmico específico" (Barbat, 1998, p38).	Conocer la forma en cómo responde una estructura ante un sismo con el fin de entender el comportamiento que sufre sus elementos estructurales.	Análisis Sísmico	Derivas	Razón
				Distorsión entre piso	
				Espectro de diseño	
			Análisis Estructural	Vigas	
				Columnas	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRIMER NIVEL



SEGUNDO NIVEL

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

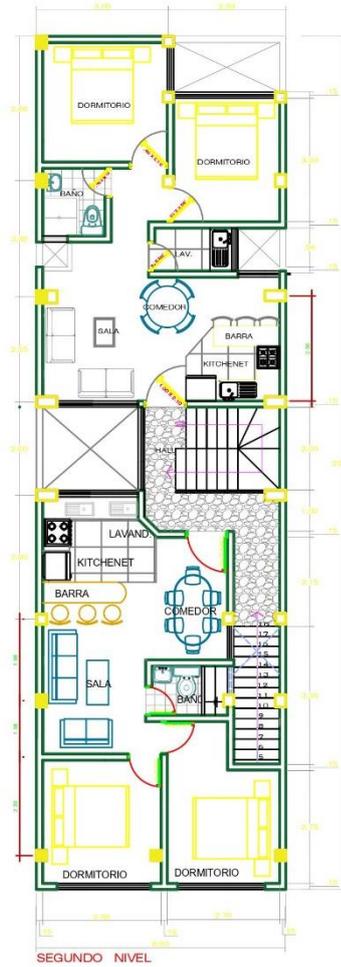
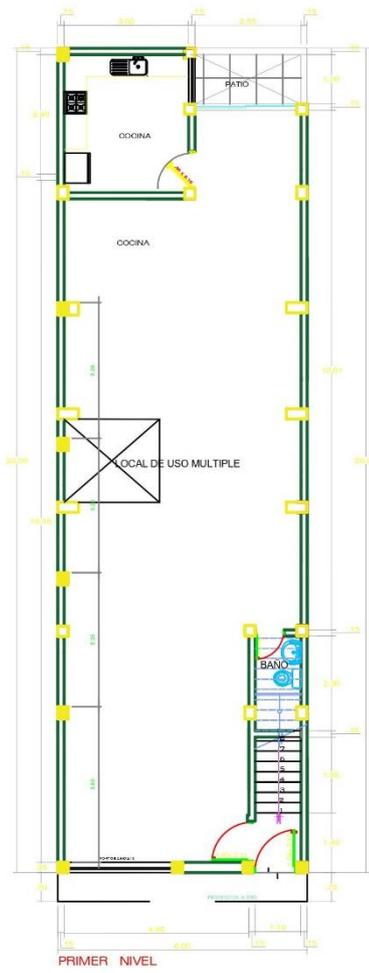
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



SR. DENZY RONALD ROBLES ABANTO	
PROYECTO: VIVIENDA FAMILIAR	PLANO: AR-1
UBICACION: AV. TANIA VILLASCO ALVARADO CALLE EMERSON DISTRITO VILLA EL SALVADOR	
PROFESION: ARQUITECTURA - DISTRIBUCION	
PROYECTISTA: RICARDO WALTER FLORES GABRIEL	SELO Y FIRMA

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

SR. FIDEL PRADO ESCRIBA	
PROYECTO	PLANOS
VIVIENDA FAMILIAR	A-01
AREA DE DISTRIBUCION	
DISTRIBUCION	
PROYECTADO POR	
RICARDO WALTER FLORES GABRIEL	
SEALADO Y FIRMA	
FECHA	ESCALA
15/05/2024	1:50

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, **Jheyson Steven Rivas Quispe**,

Alumno de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil y

de la Universidad César Vallejo filial Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al proyecto de Investigación titulado **“Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020”**, son:

1. De mi autoría.
2. El presente Proyecto de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El presente Proyecto de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.

En tal sentido asumo (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, 11 de noviembre de 2020.



Rivas Quispe, Jheyson Steven
DNI: 70994592

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, **Raúl Antonio Pinto Barrantes**,

docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filiar Lima Norte revisor del proyecto de investigación titulada **“Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020”**, del estudiante

Jheyson Steven Rivas Quispe constato que la investigación tiene un índice de similitud de% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. 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, 11 de noviembre de 2020

.....

Firma

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio

DNI:

³² FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020".

¹ TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor:

Rivas Quispe, Jheyson Steven

<https://orcid.org/0000-0003-2285-3410>

¹ **Asesor:**

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio

<https://orcid.org/0000-0002-9573-0182>

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural



Resumen de coincidencias

24 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	8 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %	>
3	eudora.vivienda.gob.pe Fuente de Internet	2 %	>
4	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %	>
5	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	1 %	>
6	milcoges.com	1 %	>